

Vážení čtenáři,

po relativně krátké době se znovu setkáváme nad stránkami Přílohy Amatérského radia. Vzhledem k ohlasům, které přišly do redakce poté, co se první Příloha objevila na stáncích, chtěli bychom tuto Přílohu uvést několika slovy.

Především – jaký je účel minulé i této Přílohy AR? To je otázka, kterou je třeba rozebrat z poněkud širších souvislostí. Nejprve však na položenou otázkou odpovíme – účelem této i minulé Přílohy je podpořit probíhající vědeckotechnickou revoluci, seznámit co nejširší okruh lidí s novinkami techniky, naučit je pracovat a myslit v nových „rozměrech“, které odpovídají současnému stavu techniky. Jednou z našich dalších snah je i podpořit hnutí zlepšovatelů a vynálezců, vychovávat nové elektrotechniky a elektroniky a poskytovat jim především do začátků dostatek informací k tomu, aby se vlastní prací dokázali dostat na takovou úroveň, která jim umožní sledovat všechny novinky, které vědeckotechnická revoluce přináší – a nejen je sledovat, ale také rozumět jím, umět je používat v denní praxi.

Historický a společenský rozvoj je v současné době charakterizován stále pronikavějšími změnami výrobních sil a celkových životních podmínek. Tak jako objev parního stroje v minulosti, který byl počátkem tzv. první průmyslové revoluce, přinesl mnoho převratných změn do způsobu výroby a do života společnosti, je i současný nebývalý rozvoj vědy a techniky, spojený s všeobecnou aplikací vědeckotechnických poznatků ve výrobě a ve společenské praxi, přičinou a určujícím znakem nastupující vědeckotechnické revoluce, která byvá též název označována jako druhá průmyslová revoluce. Zvláštností vědeckotechnické revoluce je, že ač vznikla v oblasti vědy, neomezila a neomezuje se pouze na oblast vědy a techniky, ale zasáhla a zasahuje aktivně do všech stránek života a činnosti lidí, má téměř celosvětový charakter a je kromě toho i jedním z nejdůležitějších prostředků v soutěžení dvou světových soustav, kapitalismu a socialismu. Věda se stává bezprostřední silou výrobního procesu, hybnou silou velkých společenských přeměn, neboť nahrazuje bezprostřední výrobní funkce člověka technickými prostředky; člověk se osvobozuje od bezprostřední výrobní činnosti a vstupuje do sféry složitých činností, spojených s aplikací vědy. Vědeckotechnická revoluce umožňuje socialistické společnosti spojovat možnosti vyvíjejících se výrobních vztahů s přetvářením struktury a dynamiky výrobních sil a odhalovat tím nové možnosti dalšího společenského vývoje.

Na zásadní úlohu vědeckotechnické revoluce v současné době upozornil i XXIV. sjezd KSSS a XIV. sjezd KSC. Generální tajemník ÚV KSC např. zdůraznil nezbytnost plného využití vědeckotechnického pokroku, které se stává jedinou možnou alternativou dalšího rozvoje naší socialistické ekonomiky, čímž v podstatě určil místo vědy a techniky v procesu socialistické výstavby v naší zemi; přitom upozornil na to, že dálší socialistická výstavba není a nebude lehký ani krátkodobým úkolem. Podle jeho slov bude probíhat celou řadou etap a bude se uskutečňovat

v podmírkách široké integrace vědeckého, technického i hospodářského úsilí všech socialistických zemí v čele se SSSR.

Vědeckotechnická politika našeho i ostatních socialistických států je důsledně orientována na potřeby další socialistické výstavby a mírového budování a má, pokud jde o náklady a výdaje na vědeckotechnický rozvoj, trvalý a vzestupný trend. To, že rozvoj techniky a vědy a aplikace jejich výsledků v praxi jsou jednou z klíčových otázek současného společenského vývoje, potvrzuje i usnesení ze zasedání ÚV KSC ve dnech 14. a 15. května 1974, které rozpracovalo zásadní koncepcie rozvoje národního hospodářství dané XIV. sjezdem do konkrétní podoby, určené současnými podmínkami a potřebami. Zasedání ÚV KSC zdůraznilo, že vzhledem k tendencím vědeckotechnického rozvoje je třeba především orientovat státní technickou politiku těmito směry: za prvé co nejlépe hospodařit s naším bohatstvím paliv a energie, surovin a půdního fondu a dalšími přírodními zdroji, ale také daleko hospodářněji zhodnocovat suroviny, energii i materiály z dovozu; za druhé dosáhnout přiměřeným vynaložením prostředků výrazných úspor živé práce ve výrobních i nevýrobních činnostech; za třetí plánovitě přetvářet strukturu výrobních sil a efektivněji vynakládat prostředky na výzkum a vývoj, investiční výstavbu, modernizaci a rekonstrukci; za čtvrté rychleji obměňovat sortiment výroby na nejvyšší technické úrovni a zvyšovat jakost vyráběných výrobků; konečně v plném rozsahu využívat přednosti socialistické ekonomické integrace.

Že se tato usnesení týkají nás všech, můžeme ukázat zcela jednoduše na příkladu, třeba pokud jde o první směr státní technické politiky – všeobecně je známa palivová a energetická krize, k níž došlo ve velké části světa a ježíž dozvuky stále ještě trvají. V tomto ohledu se přímo nabízí využít výsledků vědeckotechnického rozvoje především v oblasti nových hmot a polovodičové techniky, neboť jistě není třeba dokazovat, že používání plastických hmot a polovodičů umožňuje dosáhnout velkých úspor jak energie, tak i surovin. To si můžeme snadno dokázat na příkladu přístroje, který se používá zcela běžně v každé domácnosti – na televizním přijímači. Běžný televizní přijímač má spotřebu elektrické energie asi 200 W. Použíjí-li se v něm místo elektronek polovodičové prvky, lze dosáhnout úspor ve spotřebě elektrické energie, a to úspor neprávě malých, uvědomíme-li si, že každý večer je v provozu v naší republice kolem 1 000 000 těchto přijímačů. Přitom lze reálně počítat s tím, že televizní přijímač osazený polovodičovými prvky má asi poloviční příkon elektrické energie (i menší). Spočítalo se, že pouhou nahradou starých přístrojů s elektronikami televizními přijímači s polovodiči by bylo možno ušetřit za rok tolik energie, kolik ji vyrábí jedna středně velká elektrárna. Jsou samozřejmě k dispozici i přesná čísla, ale i bez nich je zřejmé, že zavádění nové techniky je nesporným přínosem ke snaze vyrábět a spotřebovávat co nejefektivněji. Polovodičové prvky navíc zvyšují účinnost zařízení, v nichž jsou použi-

vány, tj. zmenšují ztráty energie, umožňují vyšší stupeň automatizace, čímž odstraňují úmornou mechanickou dřinu při výrobě těchto zařízení, zjednodušíjí obsluhu atd. Kromě toho výrobky s polovodičovými prvky jsou nenáročné na prostor, jsou lehké, lépe se s nimi pracuje, jsou rozměrově malé – v tomto ohledu např. šetří cenné kovy, dřevo a další materiály, neboť je lze umístit do skříní, které jsou co do velikosti nesrovnatelně menší než skříně přístrojů, řešených s tradičními prvky – elektronikami, relé atd.

V souvislosti s vědeckotechnickou revolucí si musíme všimnout ještě jednoho aspektu – vědeckotechnický pokrok je nerozlučně spjat s jakostí, kvalitou. Jakost je vlastně produktem vědeckotechnického pokroku a má-li úsilí o ni kladné výsledky, potom zpětně působí jako hnací síla na jeho další zrychlování (známá zpětná vazba z elektroniky). V opačném případě se stává brzdou technického pokroku. Snaha po co nejlepší jakosti výrobků by měla vycházet z těchto zásad: zlepšování jakosti je nepřetržitým procesem, souvisejícím se zdokonalováním výroby a se soustavným rozvojem výrobních sil a konec konců i se zvyšováním hmotné a kulturní úrovně pracujících; zlepšování jakosti je proces, zaměřený na ustanovené zvětšování užitečnosti výrobku, zlepšování jeho užitkových vlastností, tj. výkonu, spolehlivosti, jednoduchosti obsluhy, vzhledu, rozměrů apod.; zlepšování jakosti výrobků je záležitostí mas pracujících jako výrazu jejich účasti na řízení socialistického hospodářství.

Proces vědeckotechnické revoluce postihuje vlastně všechny oblasti vědy, techniky a výroby a dotýká se celé řady problémů a otázek, z nichž k nejdůležitějším patří kromě uvedených i řídicí činnost, prognózy vývoje atd. Vědeckotechnický rozvoj a vědeckotechnická politika se dotýkají řady dalších zdrojů problémů, jako jsou kulturní a školská politika, sociální politika, ochrana životního prostředí a další, které všechny spolupůsobí na způsob života v socialistické společnosti. Soudobá revoluce ve vědě a technice proniká dnes do všech částí světa, do všech oborů lidského konání. Má povahu komplexního jevu a neobvyčejně dynamizuje výrobu a celou společnost. Tá všechno vyžaduje v celé soustavě řízení našeho národního hospodářství a v životě společnosti důsledně vyvářet vědeckotechnické, ekonomické, celospolečenské a politické podmínky pro tvorbu a využití vědeckotechnického poznání a plodů vědeckotechnické revoluce ke zvýšení efektivnosti naší ekonomiky a jejímu celkovému zintenzivnění, ke zvýšení životní úrovně všeho lidu.

Tento úkol přináší specifické úkoly i odbornému tisku. Nám podle zaměření a obsahu našich časopisů připadá nelehký úkol – především informovat a seznámovat čtenáře odborníky i laiky s novinkami v technice a vědě, s technickými objevy, s pracovními úspěchy našich dělníků a techniků, se sportovními úspěchy reprezentantů Svatého Václava, učit základům techniky, učit nově myslat a pracovat s novými součástkami a s novými systémy; přinášet dostatek materiálů, nutných čtenáře k vlastní konstrukční a tvůrčí práci, která by se pak měla projevit zvýšením jejich kvalifikace v nejříznejších směrech. To vše pak dělat tak, aby čtenář – občan socialistické republiky byl hrdý na svoji vlast a na příslušnost k velkému společenství socialistických států, tvořících tábor míru pod vedením Sovětského svazu.

V našich časopisech, tj. i v této Příloze, dostává čtenář do ruky určité množství faktů, učí se s nimi pracovat, vzdělává se, rozšiřuje si vědomosti i znalosti. Nedílnou součástí naší

práce je i styk s čtenáři; snažíme se proto sladit požadavky čtenářů s naším programem. V této Příloze například uveřejňujeme znovu tři z nejzádanejších konstrukcí minulých let (v kapitole Osvědčená zapojení), aby i ti, kteří neměli možnost obstarat si čísla AR, v nichž byla zapojení původně uveřejněna.

měli možnost seznámit se s dobrými, svým způsobem špičkovými konstrukcemi, které byly ověřeny v praxi. Další články jsou pak vybrány tak, aby byly co nejrovnoměrněji zastoupeny všechny oblasti elektroniky – ať již jde o teoretické články nebo návody ke stavbě nejrůznějších zařízení.

Závěrem snad již jen přání – doufáme, že si každý vybere z obsahu to, co ho nejvíce zajímá a že mu Příloha bude k užitku jak pro chvíle volna, tak k řešení problémů, které má na svém pracovišti. To by bylo pro redakci největším zadostiučněním.

Ohlédnutí za úspěchy VHJ TESLA na VI. MVSZ v Brně

Letošní účast na Mezinárodním veletrhu spotřebního zboží v Brně byla pro VHJ TESLA obzvlášť úspěšná. Jako jediná VHJ si odnesla hned tři zlaté medaile. Je to ojedinělý úspěch za celou dobu konání veletrhů. Celkem bylo na VI. MVSZ uděleno 35 medailí, z nichž 21 připadá na ČSSR. Z toho osm medailí udělila komise podnikům VHJ federálního ministerstva všeobecného strojírenství a tři získala VHJ TESLA.

Letošnímu úspěchu předcházela poctivá práce dělníků a techniků ve výzkumné a výrobní základně VHJ TESLA.

Výrobní program spotřební elektroniky netvoří ani polovinu celkového objemu výroby VHJ TESLA. Přesto je věnována tomuto oboru značná pozornost. V návaznosti na rychlé tempo technického rozvoje investiční elektroniky a na dobrou úroveň vlastní součástkové základny se stále zlepšuje jakost, technická dokonalost a estetická úroveň výrobků spotřebního charakteru. Zájem spotřebitelů o spotřební elektroniku se špičkovými parametry stále stoupá. Cílem je uspokojit poptávku po těchto výrobcech v co nejširším sortimentu, a to jak na domácím trhu, tak i v zahraničí.

Společným znakem všech nových výrobků a hlavních sortimentních skupin – rozhlasové přijímače, magnetofony, gramofony a televizní přijímače – je pokroková technologie výroby, využívání moderních polovodičových prvků na bázi křemíku a dobré výtvarné řešení, navrhované průmyslovými výtvarníky. Konstruktéři se snaží splnit i ty nejpřísnější podmínky norem pro věrnou reprodukci.

Letošní úspěch výrobků TESLA na veletrhu je dokladem, že se jím tato práce daří.

Pro informaci čtenářů uvádíme technické popisy výrobků, které získaly zlaté medaile u příležitosti VI. MVSZ v Brně 1975:

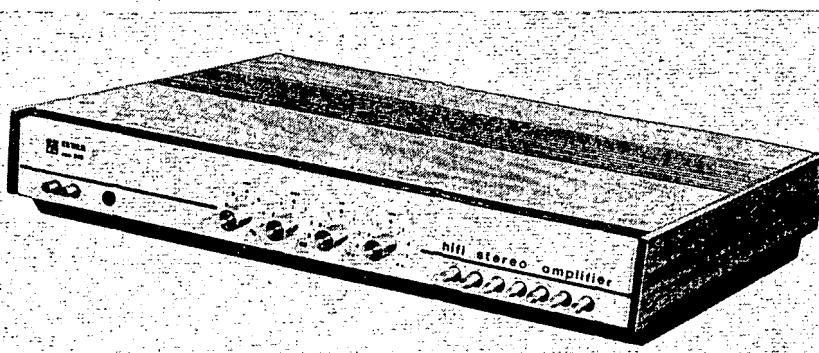
Stereofonní zesilovač TESLA AZS 215 (obr. 1) se řadí technickými parametry k zařízením, která nesou oprávněně označení Hi-Fi. Výstupní výkon 2×20 W je předurčuje k využití pro domácí stereofonní soupravy a klubová zařízení. Vzájemným propojením zesilovače AZS 215 a gramofonem NC 440, tunerem ST 100 a reproduktory soustavami ARS 820 vznikne velmi jakostní stereofonní souprava. Zesilovač může zesilovat signály ze čtyř modulačních zdrojů, volených tlačítkovými přepínači. Jako modulační zdroj může být použita magnetická přenoska, krytalová přenoska, magnetofon a tuner. Zesilovač pracuje i jako monofonní. Jednotlivé zesilovači stupně jsou řešeny jako samostatné obvody navzájem propojené kabelovou formou. Pro úpravu kmitočtové charakteristiky je opatřen plynule regulovatelnými korekčními hloubkou a výšek. Dále má zesilovač

filtry pro omezení rušivých signálů z méně kvalitních modulačních zdrojů. Koncový stupeň je řešen pro zátěž $2 \times 4 \Omega$ a má jmenovitý sinusový výkon 2×15 W, hudební 2×20 W. Na výstup zesilovače lze připojit stereofonní sluchátka o impedanci $2 \times 75 \Omega$. Koncový stupeň je chráněn proti zkratu na výstupu napěťovou a výkonovou ochranou. Zesilovač je osazen křemíkovými tranzistory.

Moderní stereofonní souprava NZC 143 (obr. 2) v dýhované dřevině s průhledným krytem je osazena gramofonovým sasi HC 14.20 s velkým talířem a kovovým ramén-

kem s magnetodynamickou vložkou. Polohomatický zvedáček zvedne po samočinném vypnutí přístroje přenosku nad úroveň desky. Vestavěný tranzistorový stereofonní zesilovač je vybaven šumovým a hlukovým filtrem ovládaným tlačítka, oddělenými korekčními hloubkou a výšek, stereováhou, regulátorem hlasitosti a elektronickou pojistkou proti přetížení. K zesilovači je možno připojit magnetofon, tuner a sluchátka.

Stereofonní přijímač TESLA 813 A (obr. 3) splňuje svými parametry náročné požadavky kladné na reprodukční zařízení oprávněná nést označení Hi-Fi.



Obr. 1.

Technické údaje (obr. 1)

Napájecí napětí: 120/220 V (50 Hz).
Příkon: $80 \text{ W} \pm 10\%$ (při využití na jmenovitý výstupní výkon obou kanálů a při kmitočtu 1 kHz).

Výstupní výkon
 a) jmenovitý: $2 \times 15 \text{ W}$,
 b) hudební: $2 \times 20 \text{ W}$.

Vstupní napětí a impedance
 a) magnetická přenoska: max. $5 \text{ mV}/47 \text{ k}\Omega$,
 b) krytalová přenoska: max. $250 \text{ mV}/500 \text{ k}\Omega$,
 c) magnetofon: max. $200 \text{ mV}/500 \text{ k}\Omega$,
 d) stereofonní tuner: max. $200 \text{ mV}/500 \text{ k}\Omega$.

Kmitočtová charakteristika: 20 až 20 000 Hz (toleranční pole 4 dB).

Tónové korekce a filtry:

a) při 40 Hz: $+17 \text{ dB} \pm 2 \text{ dB}$,
 $-18 \text{ dB} \pm 2 \text{ dB}$
 (regulátor výšek v poloze „0“);

b) při 16 kHz: $+17 \text{ dB} \pm 2 \text{ dB}$,
 $-18 \text{ dB} \pm 2 \text{ dB}$
 (regulátor hloubek v poloze „0“);

c) filtr pro hluk: při 40 Hz 10 dB
 $\pm 2 \text{ dB}$, sklon
 $-6 \text{ dB}/\text{okt.}$

d) filtr pro šum: při 16 kHz 10 dB
 $\pm 2 \text{ dB}$, sklon
 $-6 \text{ dB}/\text{okt.}$

Maximální vstupní napětí:

zesilovač je schopen

zpracovat signály:

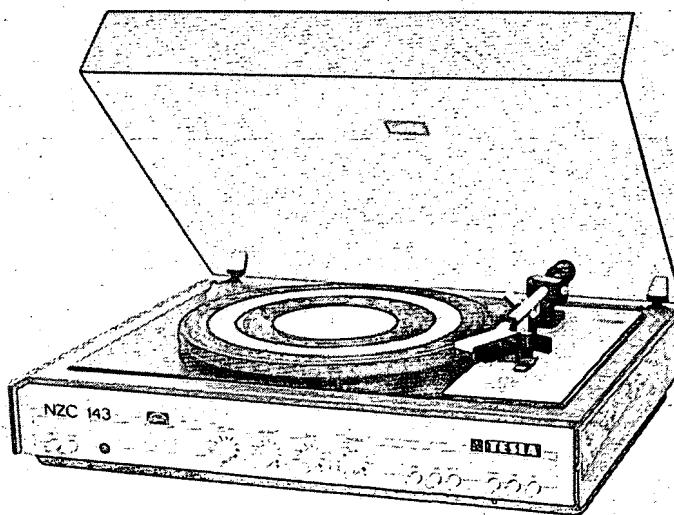
a) magnetické přenosky: 25 mV,
 b) krytalové přenosky: 1,25 V,
 c) tuneru: 1 V,
 d) magnetofonu: 1 V.

Rozměry: $460 \times 385 \times 80 \text{ mm}$.
Hmotnost: asi 7 kg.

Citlivý vstupní dil VKV umožňuje příjem monofonních i stereofonních pořadů v pásmech OIRT i CCIR. Pro vyhledávání stanic slouží buď ruční ladění nebo elektronicky laděná tláčková převodka čtyř vysílačů. Stanice, která vysílá stereofonní program, je indikována při naladění indikátorem stereo. Stereodekodér je spínán automaticky. Přijímač je vybaven výkonným stereofonním zesilovačem s výstupním jmenovitým výkonem 2×15 W. Zesilovač je možno využít pro připojení gramofonu s krystalovou nebo magnetodynamickou vložkou, magnetofonu a stereofonních sluchátek. K vybavení přijímače patří dále AFC (vyrovnaný kmitočtového posuvu na VKV), šumový filtr a tláčítka pro přepínání dálkového a místního příjmu. Správnost vyládění je možno kontrolovat na ručkových indikátorech. Skříň přijímače je vyráběna v pastelových barvách.

Kromě výrobků, které získaly u přiležitosti veletrhu zlaté medaile, byla vystavena celá řada novinek, z nichž jsme pro vás vybrali kvadrofonní zařízení NZQ 130 pro domácnost (obr. 4); je určeno k přehrávání kvadrofonních desek systému SQ. Kovové trubkové přenoskové raménko má magnetodynamický snímací systém s půlpalcovým uchycením. Kvadrofonní zesilovač s dekodérem SQ je vybaven předozadní logikou. Regulátor hlasitosti, plynule laditelné korekce a vývážení jednotlivých kanálů je ovládáno tahovými potenciometry.

Zařízení umožňuje stereofonní reprodukci stereofonních a monofonních desek; tyto desky lze reprodukovat i pseudokvadrofonně. Ve spojení s vhodným magnetofonem a tunerem je možné reprodukovat kvadrofonní záznam z magnetofonových pásků nebo vysílání rozhlasu v kvadrofonním systému SQ. K přístroji lze připojit stereofonní sluchátka.



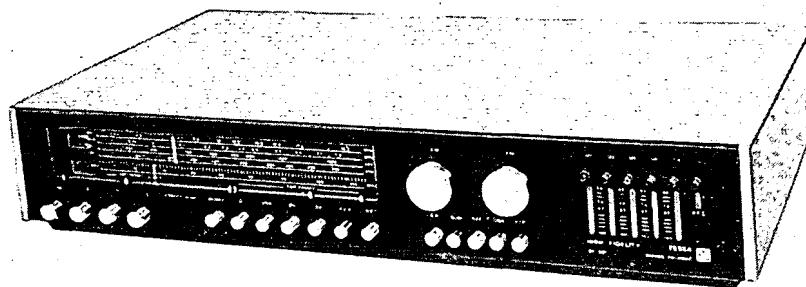
Obr. 2.

Technické údaje (obr. 2)

Napájecí napětí:	120/220 V (50 Hz).	Vstupy:	200 mV/0,5 MΩ,
Příkon:	95 VA.	magnetofon:	200 mV/0,5 MΩ,
Rychlosť otáčení		přenoska piezoelek-	
taliře:	45; 33; 16 ot/min.	trická:	350 mV/1 MΩ,
Kolísání:	lepší než 0,25 %.	přenoska magnetodynamická:	5 mV/50 kΩ.
Snímací systém:	magnetodynam. vložka VM 2101.	Výstupy:	
Jmenovitý výkon:	2 × 15 W.	reproduktoři:	2 × 4 Ω,
Hudební výkon:	2 × 20 W.	stereosluháčka:	2 × 75 Ω,
Zkreslení:	maximálně 0,5 %.	magnetofon:	0,6 mV/kΩ.
Kmitočtová char.		Rozměry:	450 × 370 × 160 mm.
zesilovače:	20 až 20 000 Hz.	Hmotnost:	asi 11 kg.
Odstup:	65 dB.		

Technické údaje (obr. 3)

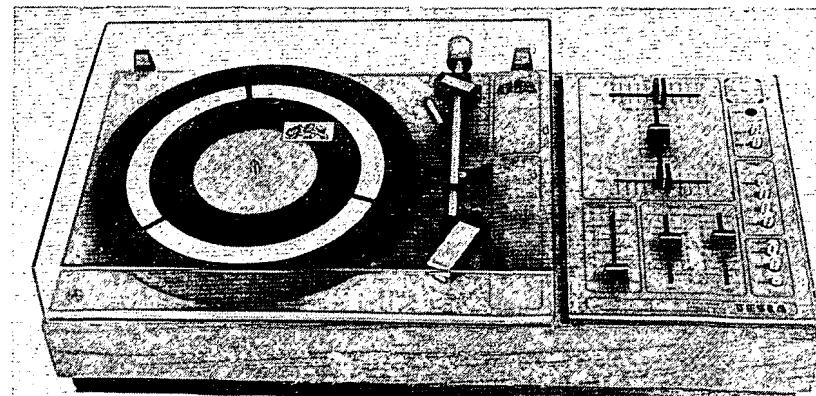
Vlnové rozsahy:	DV; SV; KV I; KV II; VKV OIRT - CCIR.
Osazení:	48 tranzistorů; 39 diod.
Jmenovitý výstupní výkon:	2 × 15 W/8 Ω.
Hudební výstupní výkon:	2 × 22 W/8 Ω.
Příkon:	75 W.
Rozměry:	544 × 90 × 298 mm.
Hmotnost:	asi 8 kg.



Obr. 3.

Technické údaje (obr. 4)

Napájecí napětí:	120/220 V (50 Hz).
Příkon:	70 VA.
Rychlosť otáčení	
taliře:	45; 33 ot/min.
Snímací systém:	magnetodynamický.
Svislá síla na hrot:	2 až 2,5 p.
Souhrnný jmenovitý výkon:	20 W.
Souhrnný hudební výkon:	35 W.
Přeslechy mezi předními kanály:	min. 25 dB.
Přeslechy mezi zadními kanály:	min. 15 dB.
Přeslechy zpředu dozadu:	min. 10 dB.
Impedance reproduktoru:	4 × 4 Ω.
Rozměry:	584 × 302 × 160 mm.
Hmotnost:	asi 10 kg.



Obr. 4.

Nabíječky, zdroje, stabilizátory

zdroj 2 až 20 V

Ing. Jiří Tanistra

S lineárním integrovaným obvodem MAA723 lze realizovat stabilizátor napětí s velmi dobrými parametry. Integrovaný obvod MAA723 obsahuje teplotně kompenzovaný zdroj referenčního napětí v rozmezí 6,95 až 7,35 V, zesilovač regulační odchylky, regulovaný koncový tranzistor a obvod omezení výstupního proudu. Mezi výborné vlastnosti obvodu, jako je přesnost regulace, stálost výstupního napětí, značné potlačení zvlnění napájecího napětí a minimální teplotní drift stabilizovaného napětí, patří také možnost nastavit výstupní stabilizované napětí v rozmezí 2 až 37 V. Vstupní napájecí napětí může dosahovat až 40 V. K dosažení nejmenších změn výstupního napětí je vhodné, aby rozdíl vstupního a výstupního napětí byl 10 až 30 V. Při jiném rozdílu téhoto napětí se zhoršují regulační vlastnosti. Největší přípustný výstupní proud integrovaného obvodu je 150 mA. Dovolená výkonová ztráta obvodu závisí značně na teplotě; při 25 °C je $P_{max} = 800$ mW, při 125 °C se zmenší dovolená ztráta až na 120 mW. Pro větší výstupní proud je nutno použít vnější tranzistory; výstupní proud a přenášený výkon je pak omezen jen přípustným proudem a výkonovou ztrátou těchto tranzistorů. Jako výkonové tranzistory je výhodnější použít typy řady KD než typy řady KU (řada KD je odolnější proti druhému průrazu).

Stabilizátor dosahuje výborných vlastností především díky dobrému zdroji referenčního napětí. V rozmezí teplot 25° až 125 °C je odchylka jeho napětí pouze 10 mV. Zdroj referenčního napětí lze zatížit proudem až 15 mA; výhodnější je však zatížení proudem menším. Z tohoto interního zdroje můžeme získat menší referenční napětí odporovými děliče nebo větší napětí pomocí operačního zesilovače MAA502. Použití operačního zesilovače umožní také případnou inverzi referenčního napětí.

Existuje celá řada různých typů stabilizátorů s MAA723. Základní zapojení stabilizátoru pro 2 až 7 V je na obr. 1. Odpory děliče

R_1, R_2 jsou voleny tak, aby proud děliče byl 1 mA. Pro výstupní napětí U_2 platí vztah

$$U_2 = U_R \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

U_R je napětí referenčního zdroje.

Chceme-li dosáhnout minimálního teplotního driftu U_2 , volíme odpory R_3 podle vztahu

$$R_3 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

Při menších náročích lze odpory R_3 vynechat ($R_3 = 0$). Stabilizátor je proti zkratu na výstupu chráněn omezovacím odporem R_0 a jedním z tranzistorů integrovaného obvodu. Odpor R_0 určíme ze vztahu

$$R_0 = \frac{U_0}{I_{lim}}$$

kde $U_0 = 0,65$ V a I_{lim} je proud, při němž se začíná omezovat výstupní proud. Odpor R_0 lze v případě potřeby vynechat ($R_0 = 0$). Stabilizátor má tyto vlastnosti: je-li výstupní napětí U_2 nastaveno na 5 V, změní se o 1 mV, změní-li se vstupní napětí U_1 o 3 V. Při zmenšeném zatěžovacím proudu o 50 mA se výstupní napětí změní o 2 mV.

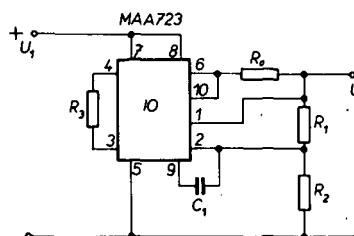
Zapojení stabilizátoru pro výstupní napětí 7 až 37 V je na obr. 2. Nastavené výstupní

napětí je větší než referenční napětí, proto je zmenšeno pomocí děliče R_1, R_2 . Pro výstupní napětí platí

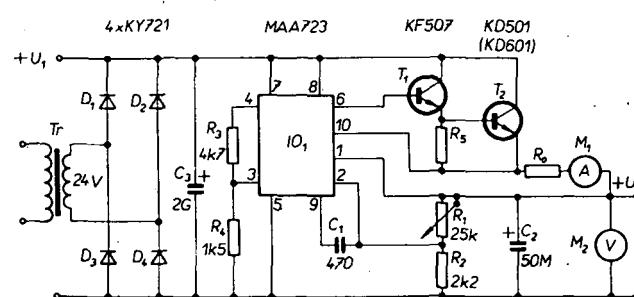
$$U_2 = U_R \frac{R_1 + R_2}{R_2}$$

Odpory děliče jsou většinou mimo vyráběné řady, proto je možno jejich část nahradit jakostním proměnným odporem. Pro odpory R_3 platí stejný vztah jako v zapojení podle obr. 1. Při méně náročném zapojení lze opět odpor R_1 vynechat ($R_1 = 0$). Kondenzátor C_1 (100 pF) slouží ke kmitočtové kompenzaci. U tohoto stabilizátoru (je-li výstupní napětí nastaveno na 15 V) se při zmenšení výstupního napětí o 3 V změní výstupní napětí o 2 mV a při zmenšení výstupního proudu o 50 mA se výstupní napětí změní o 4 mV.

S MAA723 lze také sestrojit jakostní regulovatelný stabilizátor s výstupním napětím 2 až 20 V a zatěžovacím proudem až 1 A. Vnitřní odpory tohoto stabilizátoru (obr. 3) je při $U_2 = 15$ V 20 mΩ, zvlnění napětí U_2 při zatěžovacím proudu 1 A je 2,5 mV. Změny výstupního napětí dosahujeme změnou odporu R_1 . Napětí na sekundárním vinutí transformátoru napájajícího uvedený stabilizátor je 24 V. Chlazení výkonového tranzistoru T_2 musí být dimenzováno na maximální kolektorovou ztrátu vznikající při minimálním výstupním napětí a maximálním odebíraném proudu. Tuto ztrátu bylo možno omezit zmenšením výstupního napětí použitím odbočky na sekundárním vinutí sítového transformátoru. Vnitřní odpory stabilizátoru může být ovlivněny i konstrukcí stabilizátoru. Při zapojování obvodů, jimiž protéká velký proud, je nutno použít vodiče s dostatečným průřezem a minimální délkou. Zvlášť důležitý je krátký přívod od diod usměrňovačů k filtračnímu kondenzátoru. Nevhodným zemněním (dlouhé spoje) se může zvětšit vnitřní odpory a zmenšit stabilitu zapojení. Omezovací odpory R_0 je z manganinového drátu; do odporu, vypočteného pro I_{lim} , musíme zahrnout i vnitřní odpory ampermétru. Výrobce IO n. p. TESLA Rožnov vyrábí také typ MAA723H, jenž má menší potlačení zvlnění a větší teplotní drift interního zdroje referenčního napětí. Na obr. 4 je rozmištění součástek popisovaného stabilizátoru na desce s plošnými spoji. Potenciometr R_1 , výkonový tranzistor T_2 , filtrační kondenzátor C_3 , ampermér, voltmetr a transformátor Tr jsou umístěny mimo desku s plošnými spoji. Tr je opatřen chladičem.

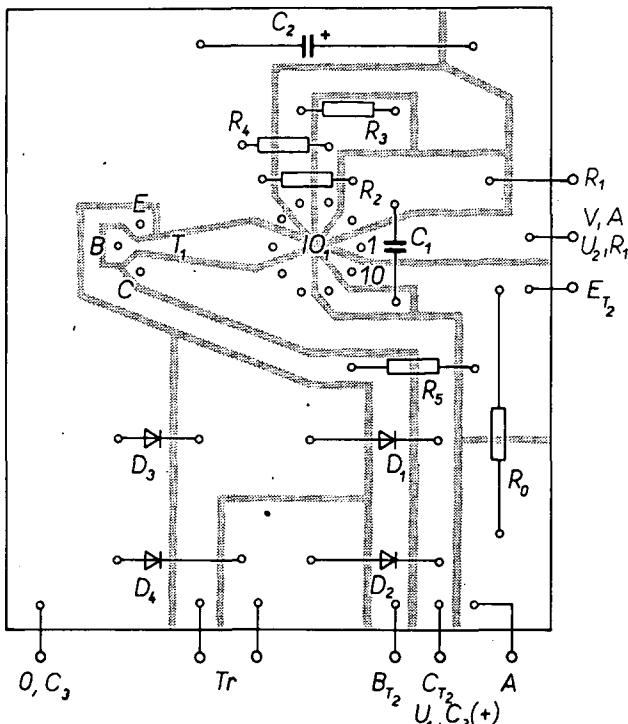


Obr. 2. Zapojení stabilizátoru pro napětí 7 až 37 V



Obr. 1. Zapojení stabilizátoru pro napětí 2 až 7 V

Obr. 3. Zapojení regulovatelného stabilizovaného zdroje s výstupním napětím 2 až 20 V a proudem do 1 A (odpor R_5 se volí asi 220 Ω)



Obr. 4. Deska s plošnými spoji J 501 zdroje podle obr. 3

několik kondenzátorů paralelně s výslednou kapacitou 700 μ F. Napětí se reguluje tranzistorem, zapojeným jako proměnný odpor. Přivedeme-li na bázi řidicího tranzistoru určité napětí, otevříme jej více nebo méně podle toho, jak velké je přivedené napětí. Výstupní napětí zdroje je dán rozdílem napětí na usměrňovači a úbytku napětí na řidicím tranzistoru. Výkonová ztráta na tranzistoru je určena napěťovým úbytkem na tomto tranzistoru a protékajícím proudem. Nejneprávnější poměry nastanou při nejmenším výstupním napětí a při jmenovitém proudu. Zdroj referenčního napětí je obvod se Zenerovou diodou D5. Odporovým trimrem R1 nastavíme proud diodou tak, aby její pracovní bod byl ve svíslé části její charakteristiky. Velikost proudu (vzhledem k tomu, že pracujeme s prakticky konstantní zátěží) postačí asi 10 až 15 mA (obr. 2). Pracovní odpor diody (regulační potenciometr) volíme v rozmezí 1 až 4 k Ω . Při větším odporu je regulace v oblasti nižšího napětí velmi hrubá, při menším odporu by byl odběr proudu pro referenční obvod zbytečně velký, což je nezádoucí. Kapacita kondenzátoru C2 není kritická.

Stabilizační účinek zdroje je dán zesílením tranzistorů. Zvětší-li se napětí na sekundárním vinutí a na filtračním kondenzátoru C1, zvětší se proud tekoucí tranzistorem T2. Odpor přechodu T2 je dán volbou výstupního napětí. Na T2 se zvětší úbytek napětí a výsledně svorkové napětí zůstává stejné. Zmenší-li se síťové napětí, je děj opačný. Zvětšujeme-li zesilovací činitel tranzistorů, můžeme vyrovnávat stále menší odchylky napětí od jmenovité hodnoty. Pracovní bod tranzistoru T2 je nastaven odparem R3.

Při práci se zdrojem může z různých příčin dojít ke zkratu výstupních svorek. Proto je vhodné zabezpečit polovodičové prvky, zejména diody D1 až D4 a tranzistor T2, jednoduchým ochranným obvodem. Při zkratu vytváří zvětšený proud na odporu R4 úbytek napětí, kterým se otevře dioda D6 (0,1 až 0,3 V) a toto napětí uzavře tranzistor T2. Na výstupu je tedy téměř nulové napětí. Po odstranění zkratu se automaticky pojistka vypíná. Velikost proudu, při němž dojde k „vypnutí“ zdroje, je dáná polohou odbočky na odporu R4, na němž musí vzniknout příslušný úbytek napětí, který otevře diodu. Odpor má být co nejmenší, aby se zbytečně nezvětšoval vnitřní odpor zdroje. Vhodná hodnota je do 1 Ω .

Malý zdroj stabilizovaného napětí

Ing. J. Šimáček

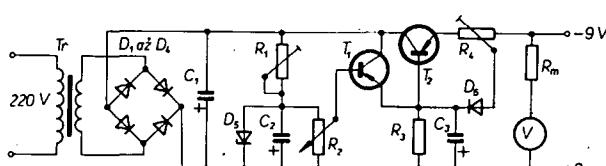
Zdroj vznikl v době častého nedostatku baterií na našem trhu. Jeho jednoduchost a látce je dána využitím domácích zásob součástek amatéra. Je vhodný pro jednoduché laboratorní práce, zejména pro začínající amatéry. Pracnost konstrukce je minimální a seřízení spočívá pouze v nastavení proudu Zenerovou diodou. Parametry zdroje můžeme do jisté míry měnit volbou Zenerových diod, použitím vícestupňového zesilovače, popř. použitím tranzistorů s větší kolektorovou ztrátou a s větším zesilovacím činitelem.

Elektronická část

Zapojení zdroje je na obr. 1. Potřebné napětí získáme síťovým transformátorem (podrobný popis vinutí je uveden v konstrukční části). Ve snaze o nejjednodušší konstrukci je použito jen jedno sekundární vinutí a napětí pro referenční obvod se odebírá přímo z napětí pro vlastní zdroj. Transformované napětí usměrníme klasickým můstkovým usměrňovačem. Usměrněné pulsující napětí vyhlaďme filtračním kondenzátorem, jehož kapacita má být co největší. Pro popisovaný zdroj jsem využil domácích zásob součástek a proto jsem zapojil

Technické údaje

Napětí:	0 až 9 V
Proud:	0 až 300 (až 500) mA
Zvlnění výstupního napětí:	asi 35 mV
Vnitřní odpor:	asi 1 Ω
Osazení:	4 x 42NP75, 3NP70, (32NP75), 5NZ70, GC500 (501,502), OC30

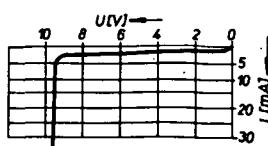


Obr. 1. Schéma zdroje stabilizovaného napětí

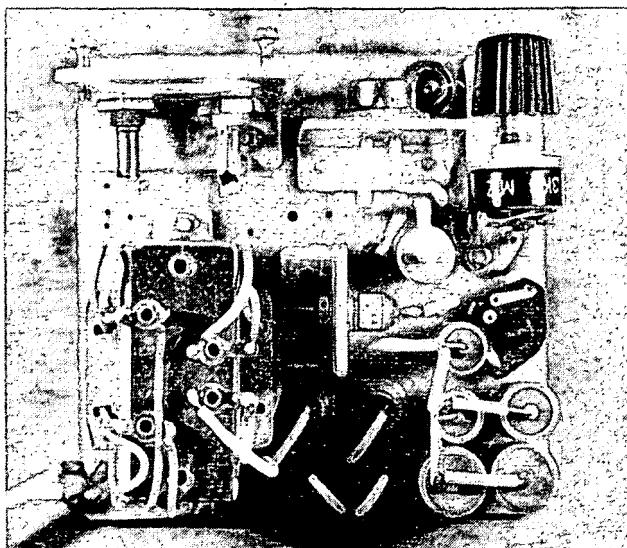
Konstrukční část

Koncepce zdroje vychází z montáže elektronické části na desce s plošnými spoji. Té je přizpůsobena i konstrukce zdroje (rozmístění součástek, použité součástky a chlazení tranzistoru a diody). Zenerovu diodu není nutné chladit, přesto je upevněna na malém chladicím křídélku pro případ havarijní situace. Chlazení tranzistoru je nutné. Chladicí křídélka jsou ve svíslé poloze pro lepší cirkulaci vzduchu.

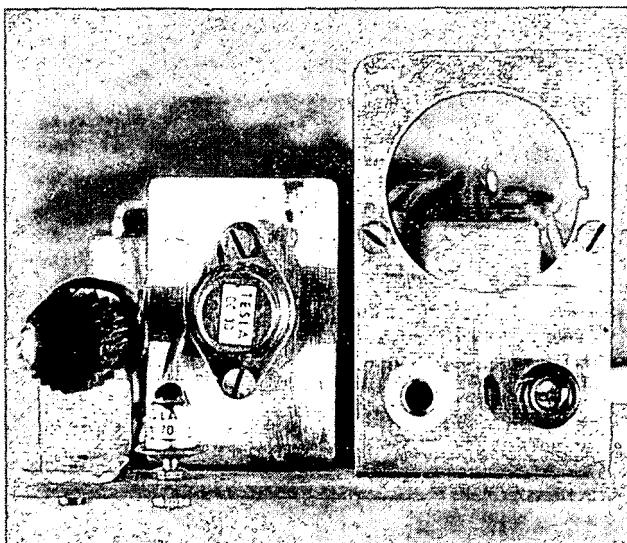
Síťový transformátor Tr je převinutý výstupní transformátor VT34. Primární vinutí



Obr. 2. Charakteristika Zenerovy diody 5NZ70



Obr. 3. Rozmístění součástek (shora)



Obr. 4. Upevnění potenciometru, voltmetu, výstupních zdírek a tranzistoru T_2

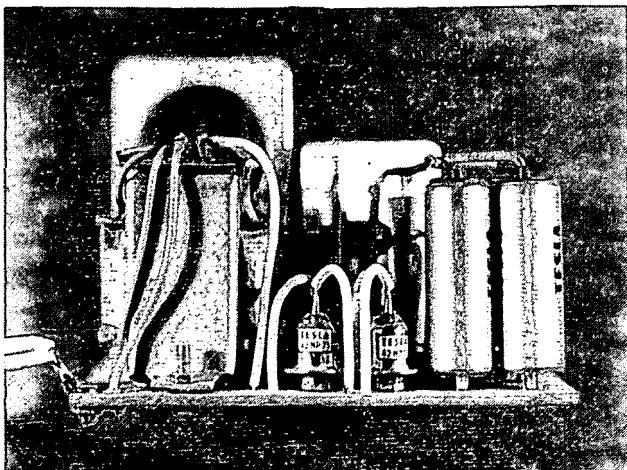
má 2 620 z drátu CuL o \varnothing 0,11 mm, sekundární vinutí má 140 z drátu CuL o \varnothing 0,4 mm. V okénku je velmi málo místa, a proto bylo jak primární, tak i sekundární vinutí vinuto bez prokladů, pouze mezi primárním a sekundárním vinutím je jedna vrstva prokladového papíru. Doporučuji navijet transformátor nepoužitým drátem, neboť je větší záruka, že izolace drátu je v pořádku.

Chladicí křidélka stejně jako držák potenciometru a indikátoru jsou z hliníkového plechu tloušťky 2 mm. Rozměry si každý navrhně podle své potřeby a podle použitých součástek. Rozmístění je vidět z fotografií (obr. 3 až 5). Plošné spoje (obr. 6, 7) byly zhotoveny běžným způsobem (překopirováním na odmaštěnou destičku, obtažením spojů barevným acetonovým lakovem, odleptáním a odstraněním vrstvy laku). Čistou desku natřeme ochranným roztokem kalafuny v lihu. Zabrání se tím korozi měděné fólie a usnadní pájení.

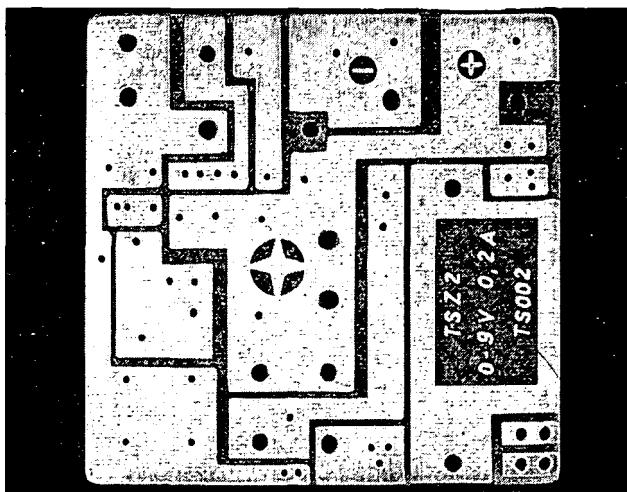
Změřené zatěžovací charakteristiky zdroje pro tři nastavená výstupní napětí jsou v obr. 8, naměřené hodnoty v tab. 1.

Tab. 1. Napětí naměřené na výstupu zdroje při různých odebíránych proudech

Proud [mA]	Napětí [V]	Zvlnění [mV]	Napětí [V]	Zvlnění [mV]	Napětí [V]	Zvlnění [mV]
0	3	1	6	2	9	4
40	2,81	5	5,86	5	9,00	10
60	2,78	5	5,82	5	8,95	10
80	2,75	7	5,80	10	8,91	10
100	2,71	7	5,77	10	8,90	15
140	2,68	10	5,74	10	8,85	15
180	2,61	10	5,70	11	8,80	20
200	2,60	10	5,68	12	8,80	20
220	2,58	10	5,64	12	8,80	22,5
240	2,55	10	5,61	15	8,80	23
260	2,53	10	5,60	15	8,80	30
280	2,50	10	5,55	15	8,75	30
300	2,48	10	5,53	18	8,75	35
350	2,41	13	5,45	24	8,69	63
400	2,37	15	5,32	30	8,42	75
450	2,21	16	5,18	32	7,95	95
500	2,03	18	4,80	38	7,50	110



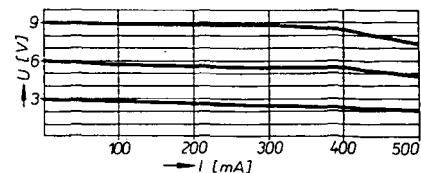
Obr. 5. Rozmístění součástek (zezadu)



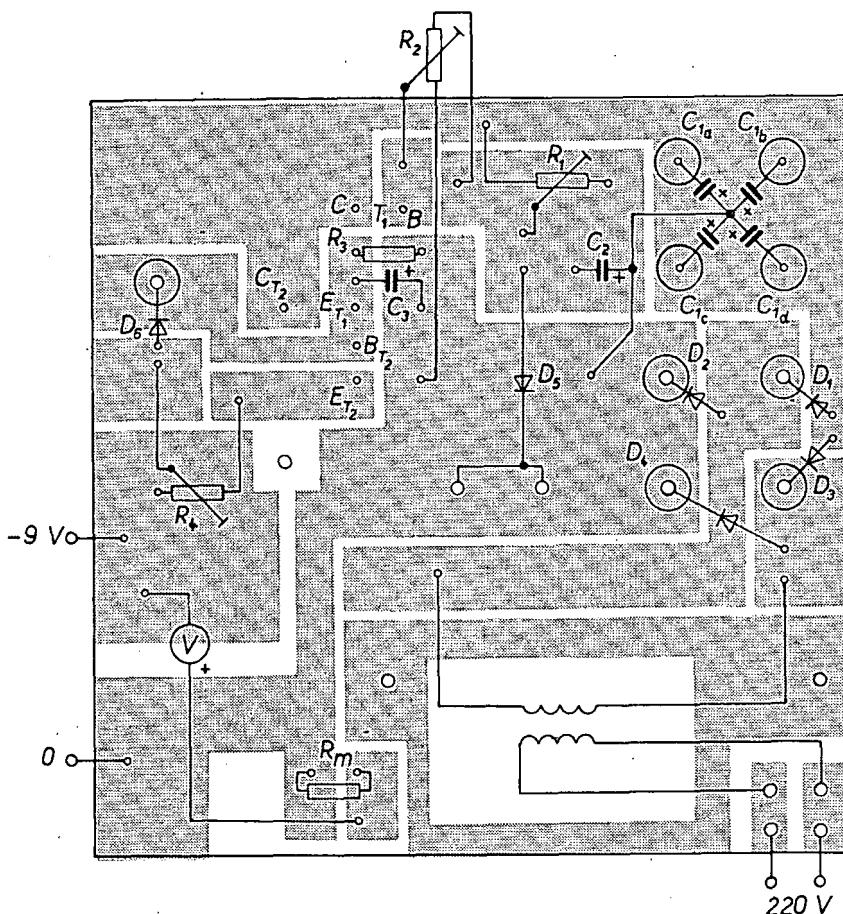
Obr. 6. Hotová deska s plošnými spoji

Použité součástky

<i>Kondenzátory</i>	
C_1	700 μ F/20 V
C_2	50 až 100 μ F/10 V
C_3	100 μ F/12 V
<i>Odpory</i>	
R_1	trimr 1 k Ω
R_2	potenciometr 3,3 k Ω
R_3	1,8 k Ω
R_4	odporový drát s odbočkou 1 Ω
<i>Ostatní součástky</i>	
D_1 až D_4	42NP75
D_5	5NZ70
D_6	3NP70
T_1	GC500
T_2	OC30



Obr. 8. Zatěžovací charakteristiky zdroje



Obr. 7. Rozmístění součástek na desce s plošnými spoji J 502

Dva moderní zdroje s MAA 723

Ing. Jiří Hanzlík

Sériový regulátor kladného napětí s ochranou proti teplnému přetížení

U nejnovějších provedení monolitických regulátorů napětí je kromě běžných způsobů ochrany regulátoru proti zničení vlivem vstupního napětí opačné polarity (paralelně k vstupu regulátoru se připojuje výkonová dioda, která zkratuje opačně položené vstupní napětí a zvětšeným proudem se spálí tepelná pojistka), nebo proti zničení nadmerným výstupním proudem (zavedeno proudové omezení výstupního proudu) používá ještě dalšího způsobu ochrany, a to proti výkonovému (teplennému) přetížení regulátoru. Vlivem výkonové ztráty na regulátoru dochází k ohřívání struktury monolitického obvodu. Výkonová ztráta je z větší části dána součinem napětí na sériovém výstupním tranzistoru a výstupního proudu. Tato ztráta je největší, dojde-li k omezení výstupního

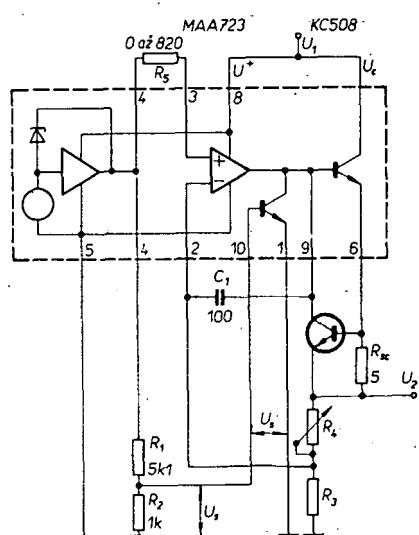
proudů při zkratu na výstupu. Pak je na tomto tranzistoru plné výstupní napětí a protéká přes něj nastavený mezní výstupní proud. Regulátor je většinou vestavěn uvnitř přístroje, kde nelze zajistit dostatečné chlazení, a proto tam může vystoupit teplota nad úroveň teploty okolí. Při menším rozdílu teplot na monolitickém obvodu a jeho okolí se zhoršuje odvod tepla z obvodu. Proto výrobce uvádí, že při větších teplotách se zmenšuje i povolená výkonová ztráta obvodu. V takovém případě smíme obvod výkonově zatěžovat podstatně méně, než by přímo vyplývalo z mezních hodnot výstupního proudu a napětí na výstupním tranzistoru.

no proudu a napětí na výstupním tranzistoru. Podstatně účinnější můžeme obvod výkonově využít, bude-li opatřen ochranou proti tepelnému přetížení (tato ochrana zahrnuje jak oteplení vlivem vlastní výkonové ztráty obvodu, tak vliv teploty okolního prostředí). Tento způsob ochrany se používá u nejnověj-

síh zapojení monolitických regulátorů napětí (např. regulátor typu LM 109 firmy National pro stálé výstupní napětí 5 V a proud 1 A). V zásadě je možno použít tento způsob ochrany i u regulátorů s obvodem MAA 723. Jako čidlo teploty sktruktury obvodu lze použít vestavěný tranzistor, jehož napětí potřebné pro otevření emitorového přechodu má záporný teplotní koeficient asi $-1,8 \text{ mV/}^{\circ}\text{C}$.

Na základě tohoto poznatku je navrženo zapojení sériového regulátoru kladného napětí na obr. 1. Zájmerně je zde uvedeno nejen provedení vnější (diskrétní) části regulátoru, ale i blokové zapojení monolitického obvodu. Na zdroj referenčního napětí je přes odpor připojen neinvertující vstup zesilovače odchylky. Zpětná vazba je vedena z odporového děliče na výstupu do invertujícího vstupu. Z odporu R_{sc} se tranzistorem KC 508 snímá úbytek napětí, úměrný výstupnímu proudu. Při otevření tohoto tranzistoru se uzavřou budicí a výstupní tranzistory regulátoru a výstupní napětí klesne na velikost, při níž se udrží nastavená hodnota proudového omezení. Až potud se jedná o běžnou činnost regulátoru. Při dané hodnotě odporu R_{sc} se výstupní proud omezuje asi na 130 mA, tedy o něco méně, než je mezní proud (150 mA).

Vestavěný tranzistor, sloužící jako čidlo teploty křemíkové destičky, je svým emitorovým přechodem připojen (v propustném směru) na část napětí ze zdroje referenčního napětí. Podle toho, jak velkou část tohoto napětí nastavíme (dělícem z odporu R_1 a R_2), volíme povolenou hornímez teploty křemíkové destičky. Tím si můžeme předem nastavit v výkonovou využitelnost regulátoru. Při ohřívání destičky se zmenšuje napětí potřebné na emitorovém přechodu tranzistoru pro jeho otevření. Klesne-li toto napětí na určitou velikost (napětí na R_2), otevře se vestavěný tranzistor a začne se omezovat výstupní napětí (regulátor se uzavírá). Přenos tepla z výstupního tranzistoru k tranzistoru, který se využívá jako čidlo, je prakticky okamžitý (časová konstanta pod milisekundu) a proto je teplotní rozdíl mezi těmito tranzistory nepatrný. Tento způsob ochrany je velmi spolehlivý a účinný.



Obr. 1. Zapojení regulátoru napětí s ochranou (odpory R_3 a R_4 volíme podle žádaného napětí, přičemž $R_3 + R_4$ je asi $10\text{ k}\Omega$)

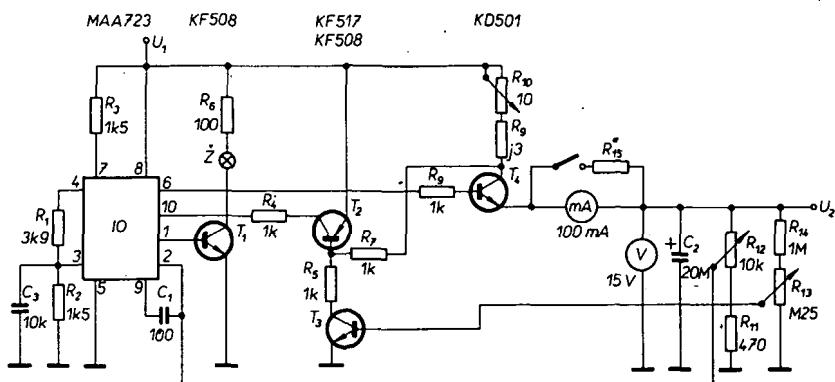
Účinek tepelné ochrany regulátoru je zřejmý z obr. 2, v němž jsou výsledky měření závislosti výstupního proudu na rozdílu napětí mezi vstupem a výstupem regulátoru při různých nastavených mezních teplotách křemíkové struktury monolitického obvodu (150 °C, napětí 450 mV; 125 °C, napětí 485 mV; 100 °C, napětí 535 mV). Čárkování čárt křivek platí pro napětí $U^* = 10$ V, plné čáry platí pro napětí $U^* = U_c$. Je-li pracovní bod regulátoru v části plochy ohrazeném souřadnicemi a některou zvolenou závislostí, je zaručena jeho bezpečná funkce, neboť teplota monolitického obvodu nepřekročí zvolenou mez (podle uvažované křivky).

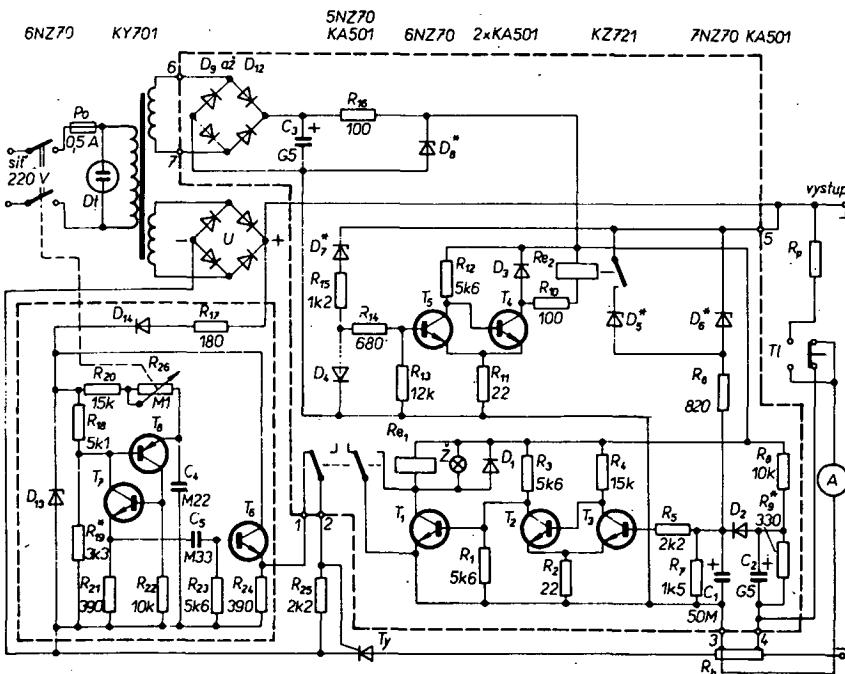
Sériový stabilizátor kladného napětí s nastavitelným omezením výstupního proudu (napětí)

U regulátoru pro větší proudové zatížení je možno uspořádat obvod pro proudové omezení společně s obvodem pro nastavitelné omezení výstupního napětí. Příklad zapojení takto řešeného regulátoru je na obr. 3. Regulátor je navržen pro nastavitelné výstupní napětí v rozmezí 2 až 18 V a pro nastavitelné omezení výstupního proudu a nastavitelnou mez výstupního napětí.

Monolitický regulátor je zapojen běžným způsobem. Napětí pro neinvertující vstup (vývod 3) se získává (pomocí dílce z odporu R_1 a R_2) z referenčního napětí. Invertující vstup (vývod 2) diferenciálního zesilovače regulační odchylky je připojen na běžec potenciometru R_{12} . Tento potenciometr je zařazen paralelně k výstupu. Regulační činnost je založena na tom, že v ustáleném stavu je rozdíl napětí mezi oběma vstupy zesilovače prakticky roven nule. Proto se při změně polohy běžce potenciometru R_{12} vlivem záporné zpětné vazby mění výstupní napětí tak, aby byla zachována tato podmínka. Neobvyklým způsobem je uspořádán obvod pro automatické omezení výstupního proudu. Mezi kolektorem sériově zapojeného regulovaného výstupního tranzistoru T_4 a přívod výstupního napětí je zapojen proměnný odpór R_{10} a pevný odpór R_9 . Úbytkem napětí na těchto odporech, úměrným výstupnímu proudu, se řídí tranzistor T_2 . Dosáhne-li tento úbytek 0,65 V, tranzistor T_2 se plně otevře. Tím se vytvoří podmínky pro otevření vestavěného omezovacího tranzistoru (báze – vývod 10, emitor – 1) a pro otevření tranzistoru T_1 , který má v obvodu kolektoru zapojenou žárovku \tilde{Z} pro signalizaci omezení výstupního proudu.

Další novinkou u regulátoru je možnost nastavit horní mez regulovatelného napětí. Při práci s regulátorem můžeme potenciometrem R_{13} nastavit horní mez potřebného





Obr. 1. Celkové schéma nabíječe s automatikou vypínání

k rychlé změně stavu tranzistorů T_2 a T_3 a tím i T_1 . Odpor R_5 omezuje proud báze T_3 .

Další činnost si vysvětlíme pro případ nabíjení baterie 12 V (relé R_{E2} rozpojeno). Spínací napětí Schmittova obvodu T_2 , T_3 je 0,29 V. To znamená, že prahové napětí Zenerovy diody D_6 musí být $15,7 - 0,29 = 15,4$ V. Zvětší-li se při nabíjení baterie na 15,4 V, počne protékat diodou D_6 proud a při napětí na výstupu 15,7 V se objeví na bázi T_3 potřebného 0,29 V a dojde k jeho překlopení. Jelikož je napětí na baterii mírně zvlněno (při sepnutí tyristoru se zvětšuje), je na vstupu T_3 připojena kapacita C_1 . Při nabíjení baterie 6 V je činnost stejná. Správné spínací napětí je dosaženo sepnutím relé R_{E2} , kterým se připojí paralelně k D_6 Zenerova dioda D_5 se Zenerovým napětím 7,8 – 0,29 V \approx 7,5 V. Při přepínání na 6 nebo 12 V se vychází z předpokladu, že napětí akumulátoru 6 V je max. 8 V a napětí akumulátoru 12 V je min. 10 V. Proto obvod T_4 , T_5 , pracující stejným způsobem jako T_2 , T_3 , spíná při napětí mezi těmito hodnotami, tj. asi při 9,2 V. Znamená to, že při pripojení baterie 6 V není na bázi T_5 napětí a relé R_{E2} je v činnosti, neboť tranzistor T_4 je otevřen. Odpor R_{10} zmenšuje zatížení relé R_{E2} , dioda D_3 má stejnou funkci jako D_1 . Při pripojení baterie 12 V protéká diodou D_7 proud, na bázi T_5 se objeví napětí větší než 0,3 V, potřebné k přepnutí obvodu, T_5 je otevřen a T_4 nevede; relé R_{E2} je tedy rozpojeno.

Vzhledem k tomu, že u akumulátoru 12 V se mění výstupní napětí asi od 10 do 16 V a bázi T_5 by tedy mohlo protékat příliš velký proud, je zapojena ve vstupním obvodu T_5 dioda D_4 v propustném směru, která pracuje jako Zenerova dioda s napětím 0,7 V. Odpor R_{14} má stejnou funkci jako R_5 . Odpor R_6 je bočník použitého ampérmetru, R_p je předřadný odporník pro napěťový rozsah. Dioda D_2 pracuje jako Zenerova dioda pro napětí 0,7 V. Jestliže se mezi bodem 3 a anodou D_2 objeví napětí 1 V, obvod T_2 , T_3 sepnou a proud tyristorem se přeruší. Odpor R_9 a tím napětí na kondenzátoru C_2 je nutno volit tak, aby při zvětšení proudu na výstupu nad určenou mezí

došlo k přepnutí T_2 , T_3 . Napětí mezi bodem 3 a anodou D_2 je dánou součtem $U_{C2} + U_{R_9}$.

Spínací obvod tyristoru byl již ve spojení s nabíjeckou popisován. Tranzistory T_7 , T_8 nahrazují dvoubázovou diodu a dodávají do odporu R_{21} impuls v okamžiku, kdy napětí na C_4 dosáhne velikosti napětí na odporu R_{19} . Navíc je zde odpor R_{22} , který omezuje vliv teplotní závislosti zbytkového proudu tranzistoru T_8 . Emitorový sledovač s tranzistorem T_6 slouží k proudovému zesílení spínacích impulsů pro výkonový tyristor. Dioda D_{14} je ochranná dioda obvodu tyristoru.

Konstrukce

Obvod tyristoru je na desce s plošnými spoji o rozměrech 85×50 mm (obr. 2), spínací obvod je též na desce s plošnými spoji (o rozměrech $120 \times 82,5$ mm, obr. 3). K další konstrukci jen několik hlavních zásad. Diody výkonového usměřovače U je nutné umístit na chladicí desky o ploše min. 100 cm^2 , chladicí deska tyristoru musí být alespoň 4× větší, neboť na tyristoru se ztrácí

největší výkon. Rozmístění, způsob připevnění a povrchovou úpravu ponechávám na možnostech každého jednotlivce. Příklad rozmístění je patrný z přiložených fotografií vzorku (obr. 4a, b). Rozměry vzorku jsou: $180 \times 180 \times 100$ mm.

Uvedení do chodu

Nastavení obvodu tyristoru: změnou odporu R_{19} nastavujeme potřebný regulační rozsah výstupního proudu, který regulujeme potenciometrem R_{26} .

U spinacího obvodu nastavujeme pouze spínač napětí.

Potřebné napětí Zenerových diod:

D_8	12 V	(11,5 až 12,5 V),
D_7	9 V	(8,5 až 9,5 V),
D_5	7,5 V	
D_6	15,4 V.	

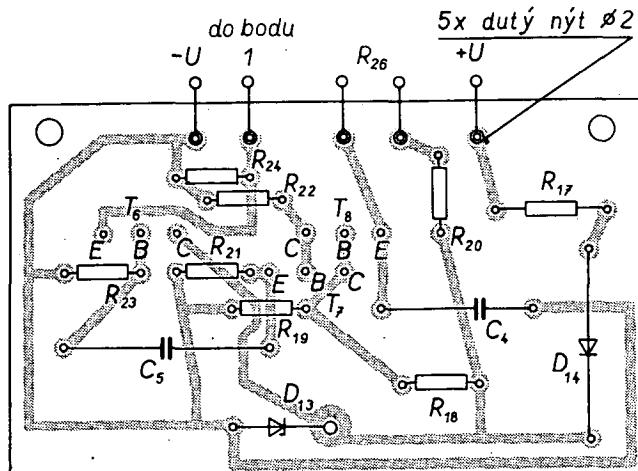
Při jiných hodnotách u diod D_5 a D_6 se mění hodnoty vypínacích napětí. Při výběru diod D_5 , D_6 je nejlepší změřit nejdříve spinaci napětí Schmittova obvodu T_3 , T_4 na odporu R_7 . Požadované napětí je pak dánou součtem spinacího napětí obvodu T_3 , T_4 a Zenerová napětí D_5 , popř. D_6 . Odpor R_9 určíme pomocí odporevného trimru asi 680Ω , který nastavujeme tak, aby při zkratu obvod bezpečně přepínal. Po nastavení a změření jej nahradíme pevným odporem. Na závěr zkонтrolujeme proud odporem R_{16} , který by měl být asi 110 až 130 mA. Změnou odporu R_{16} můžeme proud změnit. Odpory R_8 a R_9 určíme podle použitého měřidla. Více není třeba nastavovat.

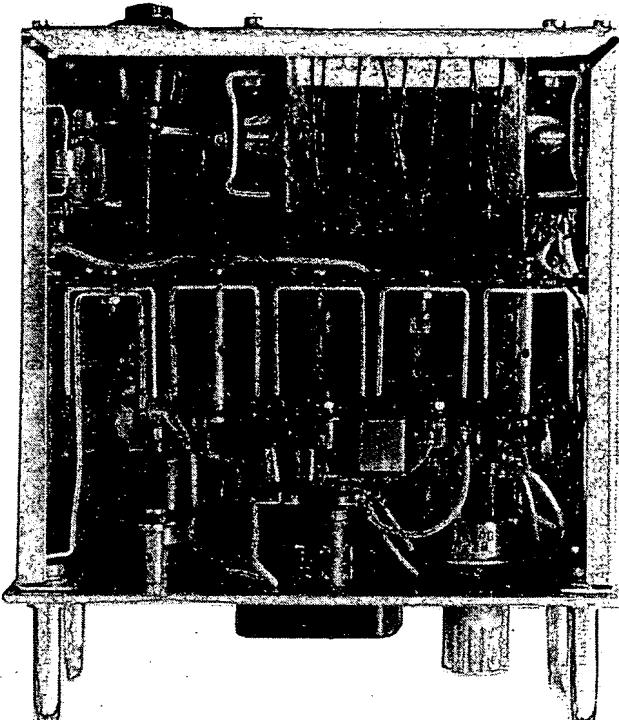
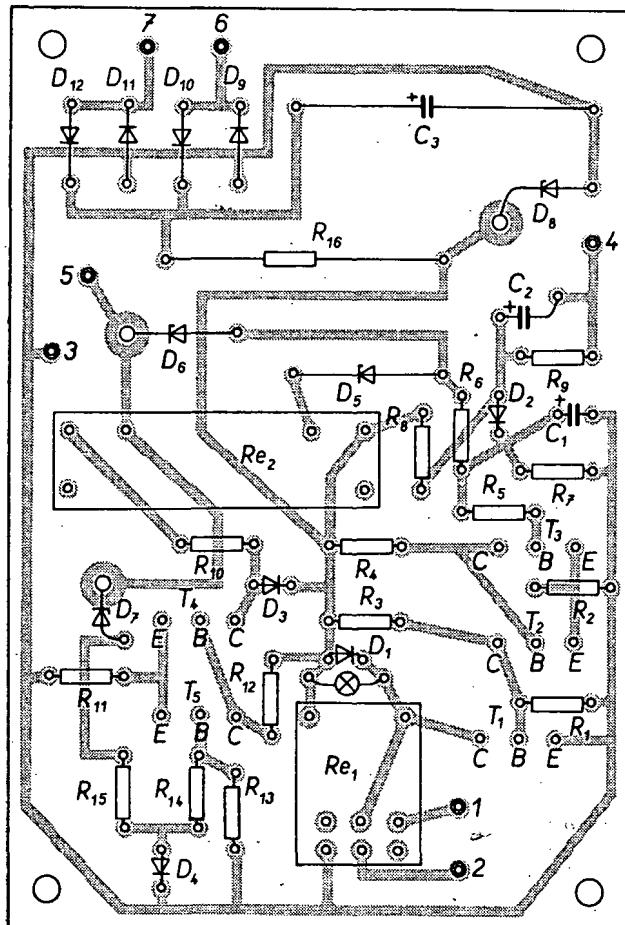
Použité součástky

Tranzistory T_1 až T_5 mohou být libovolný typ n-p-n, např. 101NU70 atd., T_6 je p-n-p, např. GC507 apod. Diody D_2 , D_4 musí být křemíkové, lze použít některý typ z řady KA501 nebo KY130, popř. jiné typy, které však mají větší rozměry.

Diody D_1 , D_3 (min. proud 50 mA), D_9 až D_{12} , D_{14} (min. proud 100 mA) mohou být jakéhokoli typu pro požadovaný proud, tedy i germaniové (např. KA501). Typy ostatních diod jsou uvedeny ve schématu.

Odpory
 R_1 až R_{15} , R_{18}
 až R_{25} TR 151 (TR 112),
 R_{16} TR 154,
 R_7 TR 152
 Jednotlivé odpory jsou ve schématu.





Obr. 3. Deska s plošnými spoji J 504 s rozmištěním součástek spínacího obvodu

Kondenzátory

C_1 TC 941 50 μ F.
 C_2 TE 980 500 μ F.
 C_3 TE 984 500 μ F.
 C_4 TC 180 0.22 μ F.
 C_5 TC 180 0.33 μ F.

Ostatní součástky

telefoni žárovka 12 V/0,05 A,
relé LUN 12 V,
jazyčkové relé 12 V, (musí být jazyčkové vzhledem k kratšímu spínacímu času proti relé LUN, aby nemohlo dojít k nežádoucímu přepnutí T_2 , T_3 při nějženání T_1 , T_2)

Ty při prepájení 74, 75),
U tyristor 16 A, např. KT701,
T diody výkonového usměrňovače, mohou být jakékoli
 (Ge i Si) pro proud 10 A,
 transistor musí mít vý-

Tr transformátor, musí mít výkon 100 až 150 W (závisí na něm maximální výstupní proud). Napětí sekundárních vinutí napřázdno pro výkonový usměrňovač 20 V (proud 7,5 A); pro napájení spinacího obvodu 17 V (proud 120 mA, průměr drátu volného z tabulek pro 3 až 4x větší proud než je požadovaný z důvodu pulsního zatížení).

Obr. 4. Pohled na hotový přístroj shora (nahoře) a zdola (dole)

Odpory tenkých vrstev

v rozsahu 100 Ω až 1 M Ω vyuvinula firma Semi-Films Technology Corp. Používá se dusičnanu tantalu, který je velmi stabilní a necitlivý na vlhkost. Jeho teplotní činitel je -150 až $-250 \cdot 10^{-6} / 1^\circ\text{C}$. Čip z nitridu tantalu na substrátu z epoxidové pryskyřice snese výkon 250 mW a provozní napětí 100 V. Pasivac hotového čipu se provádí kysličníkem tantalu, který je značně odolnější než běžná pasivace sklem. -sn-

Světelné diody pro každé napětí

vývinu firma Litronix. Polovodičová lumeniscenční dioda je spojena s monolitickým regulátorem napětí, které diodu napájí. Obě součásti jsou uzavřeny ve společném pouzdru. Tato dioda je v širokých mezech nezávislá na velikosti napětí nebo odporu zdroje. Proto může být tato dioda zapojena jako kontrolka na různé přístroje bez ohledu na jejich napětí. Regulátor není dražší než potřebné srážecí odpory.

Kvalitný výkonový nf zosilňovač

Ing. P. Gubiš, Ing. V. Jamrich

Hoci sa otázkam stavby výkonových nf zosilňovačov venovalo na stránkach našich odborných časopisov nemálo priestoru, pre mnohých záujemcov ostáva práve otázka vhodného výkonového zosilňovača najvačším problémom, najmä čo sa týka jeho realizácie, oživenia a reproduktovateľnosti. Tento článok, prinášajúci ucelenú informáciu o stavbe kvalitného zosilňovača s výkonom 20 až 50 W s minimálnymi požiadavkami na nastavenie a s dobrou reproduktovateľnosťou, je príspevkom ku riešeniu problému.

Technické údaje

Výstupný výkon (so zdrojem stabilizovaného napäťa U a do záťaže $R_z = 4 \Omega$):

$U = 32 V, P_{výn} > 20 W$ (sin),

$U = 50 V, P_{výn} > 50 W$ (sin).

Pri nestabilizovanom zdroji závisí maximálny sinusový výkon nielen od napájacieho napäťa, ale aj od veľkosti výstupnej kapacity zdroja.

Kmitočtové vlastnosti:

prenášané pásmo 20 Hz až 20 kHz bez merateľného poklesu.

Harmonické skreslenie:

na jeho meranie bol k dispozícii generátor a filtre Brüel-Kjaer. Namerané harmonické spektrum výstupného signálu sa porovnávalo so spektrom signálu vstupného. Okrem hodnoty 0,06 % skreslenia druhou a tretou harmonickou, nameranej pri výstupnom výkone 50 mW na kmitočte 20 kHz, nebolo možné namerať žiadnu hodnotu. Skreslenie je v celom kmitočtovom pásmi 20 Hz až 20 kHz ako pre plný, tak i pre malý výstupný výkon, menešie ako 0,06 %.

Intermodulačné skreslenie:

pre nedostatok vhodných meracích prístrojov nebolo merané. Vzhľadom ku použitej koncepcii kvázikomplementárneho zapojenia je nutné predpokladať, že je podstatne väčšie, než harmonické skreslenie.

Napäťové zosilnenie:

nastaviteľné od 10 do 115, odporúčaný rozsah 10 až 35.

Vstupný odpor:

$> 40 k\Omega$ v pásmi 20 Hz až 20 kHz.

Poznámka: všetky parametre boli merané pri vstupnej citlivosti nastavenej na 300 mV na plné vybudenie.

Popis zapojenia

Schéma zapojenie je na obr. 1. Vstupný obvod je tvorený diferenciálnym zosilňovačom T_1, T_2 . Toto zapojenie vďaka silnej jednosmernej zápornej spätej väzbe cez odpor R_6 zaručuje dobrú jednosmernú stabilitu ce-

stabilizáciu kľudového prúdu zaistuje tranzistor T_5 , nakoľko prúd, pretekajúci odporom R_{10} , závisí od napäťa na báze tohto tranzistoru. Z toho dôvodu je vhodné umiestniť T_5 tak, aby mal možnosť snímať teplotu tranzistorov T_7, T_8, T_9 . Potrebné prúdové zosilnenie zabezpečuje kvázikomplementárna štvorica tranzistorov T_7 až T_{10} .

Vstup I modulu je viazaný na predchádzajúci stupeň zosilňovača. Sériová koncová dvojica tranzistorov T_9, T_{10} (výstup 0 modulu) napája zátaž cez vhodný výstupný kondenzátor (asi 2 000 μ F pri $R_2 = 4 \Omega$).

Okrem silnej ($\beta \rightarrow 1$) jednosmernej spätej väzby cez odpor R_9 je spoza výstupného kondenzátora zavedená nastaviteľná striedavá záporná spätná väzba cez odpor R_7 (výstup St modulu). Zisk modulu A_u je možno vyjadriť približným vzťahom (1)

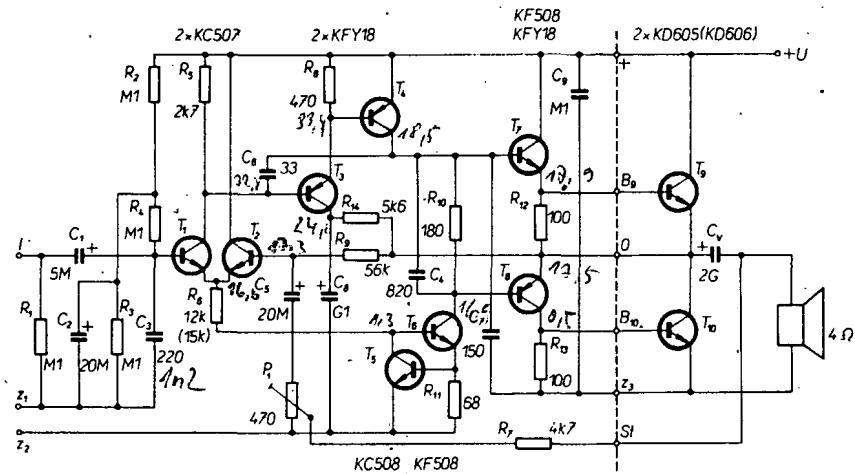
$$A_u = \frac{R_7 + P_1 \cdot \alpha}{P_1 \cdot \alpha} \quad (1)$$

a v danom zapojení je ho možné meniť v rozsahu asi 10 až 100. Modul má najlepšie vlastnosti pri maximálnom koeficiente spätej väzby (minimálny zisk). Pri zisku $A_u = 40$ (asi 300 mV pre plný výkon) má však ešte stále dobré vlastnosti.

Jednosmerné napätie na výstupe je nastavené deličom R_2, R_3, R_4 , ktorý je filtrovaný proti prenikanju rušivého napäťa z napájacieho zdroja kondenzátorom C_2 .

Spätnoväzobnú stabilitu, tj. korekciu amplitúdovej a fázovej charakteristiky na vysokých kmitočtoch, zabezpečujú kondenzátory C_4, C_6, C_7 . Nakoniec pri použitých kapacitách prenáša modul oveľa širšie pásmo, než je využívaných 20 Hz až 20 kHz, je jeho vstup filtrovaný kapacitou C_3 .

Vývodmi z_1, z_2, z_3 je vytvorený systém zemniacich bodov, pomocou ktorého je možné obmedziť na minimum vplyv zemniacich prúdov na vstupné obvody modulu, čo je z hľadiska skreslenia a vysokofrekvenčnej stability zvlášt dôležité. Obvykle sa tieto vývody zemnia jednotliivo na spoločný zemniaci bod, umiestnený na šasi v približne rovnakej vzdialenosťi od všetkých modulov.



Obr. 1. Schéma zosilňovača

Zásady návrhu zosilňovača

Všetky stupne modulu sú viazané jednosmerne, čo umožňuje ideálnu stabilizáciu jednosmerného napäťa na výstupe modulu (pred výstupným kondenzátorom) a pri vhodnej voľbe vstupného a výstupného kondenzátora zaručuje súčasne výborné vlastnosti v oblasti nízkych kmitočtov. Na druhej strane táto koncepcia kládi zvýšené nároky na voľbu pracovných bodov jednotlivých stupňov, nakoľko okrem striedavých parametrov závisí od tejto voľby citlivosť modulu na rozptyl súčiastok, ako aj na zmenu napájacieho napäťa. Návrh modulu komplikuje okrem iného aj skutočnosť, že pri tomto spôsobe väzby sú jednosmerné a striedavé vlastnosti jednotlivých stupňov úzko späté.

HLavné zásady návrhu jednotlivých stupňov je nutné chápať skôr ako štúdiu, nakoľko podrobnej návrh by ďaleko presiahol rámec tohto článku.

Vstupný diferenciálny zosilňovač je tvorený dvojicou nízkofrekvenčných kremíkových tranzistorov. Dominantným kritériom pri ich voľbe je prierazné napätie U_{CE} pri $R_{BE} \rightarrow \infty$, pretože v okamihu pripojenia napájacieho zdroja sú tieto tranzistory namáhané na jeho plné napätie (30 V pri verzii 20 W a 45 V pri 45 W). Prúd cez tranzistory je určený hodnotou spoločného emitorového odporu R_6 . Ak zanedbáme vplyv spätnovázobného odporu R_9 , je možné hodnotu tohto prúdu vyjadriť vzťahom (2)

$$I_{E1} + I_{E2} = (U_2 - 2) : R_6 \quad (2),$$

kde U_2 je hodnota výstupného napäťa a konštantu 2 reprezentuje súčet úbytkov napäťa na prechodech báza-emitor tranzistorov T_2 , T_5 , T_6 . Pri voľbe veľkosti tohto prúdu, resp. odporu R_6 , sme v oblasti malých prúdov obmedzení nasledovne:

- súčet emitorových prúdov musí kryť s dostatočnou rezervou, potrebnou na stabilizáciu (min. 100 %), prúd bázy zdroja konštantného prúdu T_5 , T_6 ;
- polovica tohto prúdu musí kryť prúd bázy emitorového sledovača T_3 ;
- priamoúmerné so vzrastom kolektorového prúdu klesanie skreslenie stupňa;
- kmitočtové vlastnosti tranzistorov sú až do určitej veľkosti kolektorového prúdu priamoúmerné jeho veľkosti.

Pri obmedzení prúdu diferenciálneho stupňa v oblasti veľkých prúdov je nutné zohľadniť:

- kolektorovú stratu tranzistorov,
- fakt, že zisk stupňa závisí na odporu R_5 , a nakoľko úbytok napäťa na tomto kolektorovom odporu je daný súčtom napäť U_{BE} tranzistorov T_3 , T_4 , bude tento odpor nepriamoúmerný veľkosti kolektorového prúdu T_1 .

Odporový delič R_2 , R_3 , R_4 s filtrovným kondenzátorom C_2 , napájajúcim bázu tranzistora T_1 , určuje v rozhodujúcej miere hodnotu jednosmerného výstupného napäťa modulu a nakoľko sa radí paralelne ku vstupnému odporu diferenciálneho stupňa, ovplyvňuje taktiež hodnotu vstupného odporu modulu. Zhora je veľkosť týchto odporov obmedzená teplotnou závislosťou jednosmerného prúdového zosilňovacieho činitelia, z toho vyplývajúcimi zmenami bázových prúdov a v konečnom dôsledku i teplotnými zmenami jednosmerného výstupného napäťa modulu. Kondenzátor C_2 slúži na odfiltrovanie rušivých napäťov napájacieho zdroja zo vstupu. Kondenzátor C_1 , nabíjaný cez odpor R_1 , znížuje možnosť vzniku rušivých impulzov pri manipulácii so vstupom. Ak bude modul natrvalo pripojený k budiacim stupňom, je možné odpor R_1 vyniechať.

Emitorový sledovač, nesymetricky viazaný na výstup diferenciálneho stupňa, plní tri funkcie:

- transformuje vstupný odpor nasledujúceho stupňa na väčšiu hodnotu, čím zväčšuje zisk diferenciálneho zosilňovača;
- zväčšuje úbytok napäťa na odpori R_5 , čo umožňuje zváčšiť ho pri rovnakom kolektorovom prúde T_1 ;
- oddefusuje značnú Millerovu kapacitu tranzistora T_1 do výstupu diferenciálneho stupňa, čo má priaznivý vplyv na vysokofrekvenčnú spätnovázobnú stabilitu a vlastnosti modulu v oblasti vysokých kmitočtov.

Posledný napäťový zosilňujúci stupeň musí mať nastavený taký pracovný bod, aby bol schopný vybudíť koncový prúdový zosilňovač. Znamená to, že musí dodať do báz budiacich tranzistorov maximálny prúd podľa vzťahu (3):

$$I_{Bmax} = \frac{I_{max}}{H_{21b} \cdot H_{12}} + \frac{U_{BE}}{H_{21b} \cdot R_{12}}, \quad (3),$$

kde I_{max} je maximálna okamžitá hodnota prúdu, ktorú je modul schopný odovzdať do záťaže, H_{21b} je jednosmerný prúdový zosilňovač činiteľ budiča pri maximálnom kolektorovom prúde a zodpovedajúcim napätiu U_{CE} , H_{12} je rovnaký parameter pre koncový tranzistor. U_{BE} je napätie medzi bázou a emitorom plne vybudeneho koncového tranzistora.

Nakoľko koncový prúdový zosilňovač má napäťové zošilnenie menšie ako 1, maximálny rozmiert výstupného napäťa modulu je daný v hlavnej miere vybuditeľnosťou stupňa T_1 . Pre zabezpečenie čo najväčšieho rozkmitu výstupného napäťa modulu sa používajú v zásade dva spôsoby zapojenia posledného napäťového zosilňujúceho stupňa, a to:

- zapojenie s kladnou spätnou väzbou (bootstrap) podľa obr. 2,
- zapojenie so zdrojom konštantného prúdu (obr. 3).

K výhodám zapojenia z obr. 2 (značný rozmiert napäťa, nízka cena) sa pridružujú niektoré nevýhody, ako napr. veľká citlivosť na prechodové nonlinearity koncových a budiacich tranzistorov a z toho vyplývajúca potreba veľkého kľudového prúdu koncových tranzistorov. Naproti tomu obvod so zdrojom konštantného prúdu podľa obr. 3 má v tomto smere podstatne lepšie vlastnosti, pretože hodnota dynamického odporu zdroja konštantného prúdu je o niekoľko rádov vyššia, než prúdovými zosilňovačmi transformovaná hodnota záťaže. Prechodové nonlinearity, ktoré spôsobujú nonlineárne zmeny prenosových vlastností koncového prúdového zosilňovača, spôsobujú obvykle aj zmeny jeho vstupnej impedancie, čo ovplyvní napäťové zošilnenie stupňa T_4 v opačnom smere ako je zmena napäťového prenosu koncového prúdového zosilňovača. Pre túto vlastnosť je pri konštrukcii modulu použité zapojenie z obr. 3.

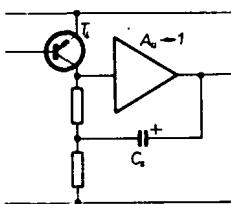
Ako už bolo spomnené, stupeň T_4 musí byť schopný dodať do budičov prúd I_{Bmax} podľa vzťahu (3). Je možné dokázať, že táto podmienka bude splnená vtedy, ak bude zdroj konštantného prúdu nastavený na

$$I_S > I_{Bmax} \quad (4).$$

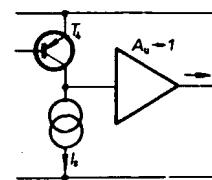
Rozkmit kolektorového napäťa tranzistora T_4 bude z intervalu

$$U_{BE} + U_{CEmin} \leq u_k \leq U_N - U_{CEmin} \quad (5),$$

kde hodnoty U_{CEmin} predstavujú najnižšie napäťia U_{CE} , pri ktorých je ešte zmena



Obr. 2. Zapojenie napäťového zosilňovača s kladnou spätnou väzbou



Obr. 3. Zapojenie napäťového zosilňovača so zdrojom konštantného prúdu

striedavých parametrov tranzistorov v dovoľených medziach.

Zdroj konštantného prúdu T_5 , T_6 je konštruovaný ako jednosmerný dvojstupňový zosilňovač so silnou prúdovou zápornou spätnou väzbou. Prúd tohto zdroja je možné vypočítať podľa vzťahu

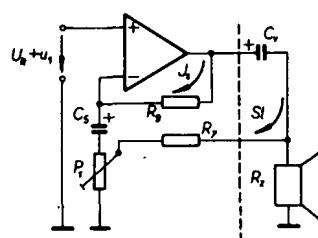
$$I_S = U_{BE} / R_{11} \quad (6).$$

Ako je zo vzťahu (6) patrné, závisí I_S priamoúmernie od veľkosti napäťa medzi bázou a emitorom tranzistora T_6 . Nakoľko napätie U_{BE} je funkciou teploty tranzistora, bude aj prúd I_S funkciou tejto teploty. Ak potom predpátie koncového prúdového zosilňovača vytvoríme ako úbytok na odpori R_{10} , bude aj toto predpátie funkciou teploty a za predpokladu, že T_6 umiestníme tak, aby jeho teplota sledovala teplotu budičov a koncových tranzistorov, budú zmeny tohto predpáťia kompenzovať zmeny napäťia U_{BE} koncových tranzistorov.

Koncový prúdový zosilňujúci stupeň tvorí štvoricu tranzistorov v kvázikomplementárnom zapojení. Rýdzko komplementárne zapojenie má najmä z hľadiska intermodulačného skreslenia výhodnejšie vlastnosti, avšak potrebné výkonové tranzistory nie sú na našom trhu bežne prístupné. Odpori R_{12} , R_{13} zlepšujú odolnosť koncových tranzistorov proti prieťazu kolektorového prechodu.

Systém spätných väzieb v module je možné znázoriť podľa obr. 4. Celkove sú zavedené dve spätnovázobné slučky.

Jednosmerná slučka (J_S) je zavedená cez odpor R_9 a má za úlohu stabilizovať jednosmerné výstupné napätie modulu na hodnotu približne rovnakú, ako je napätie, nastavené



na báze T_1 . Táto jednosmerná slučka má i striedavú časť, ktorou koeficient

$$B = \frac{R}{R + R_9} \quad (7),$$

kde R je odpor potenciometra P_1 , určuje zároveň maximálny nastaviteľný zisk modulu

$$A_{\max} = \frac{A}{1 + B \cdot A} = \frac{1}{B} \quad (8).$$

Táto spätná väzba je zavedená spred výstupného kondenzátora C_4 a preto nie je schopná kompenzovať jeho nežiadúci vplyv na nízkych kmitočtoch. Dobré vlastnosti modulu na týchto kmitočtoch zabezpečuje striedavá spätná väzba (St), zavedená spoza výstupného kondenzátora cez delič, tvorený odporom R_7 a nastavenou časťou potenciometra P_1 cez kondenzátor C_5 na báze T_2 . Nastavením potenciometra P_1 je potom možné meniť napäťový zisk modulu podľa vzťahu (1). Vzťah (1) udáva len hrubý odhad zisku modulu, ktorý je tým nepresnejší, čím menší odpor je nastavený na potenciometri P_1 . Táto nepresnosť je spôsobená tým, že vzťah (1) neberie do úvahy pôsobenie striedavej spätnej väzby cez odpor R_9 , ktoré je najväčšie pri nastavenom minimálnom odpore P_1 . Presnejší výpočet zisku modulu umožňuje zjednodušený vzťah (10):

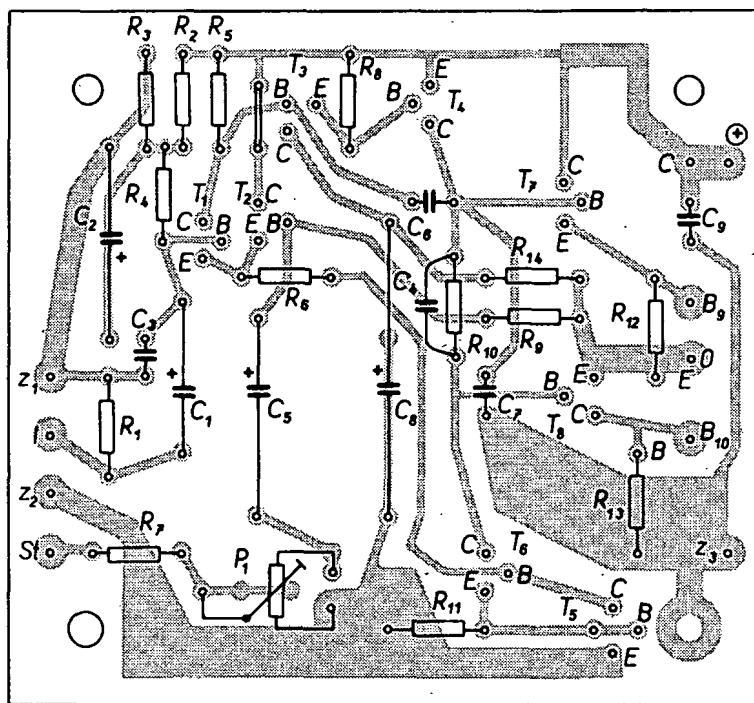
$$A_u = \frac{R_9 \cdot R_7}{(R_9 + R_7) \cdot R + (R - R_9) \cdot R_7} \quad (10),$$

kde R je maximálny nastaviteľný odpor a R' nastavený odpor potenciometra P_1 . Je nutné poznamenať, že striedavá spätná väzba sice kompenzuje vplyv kondenzátora C_4 na amplitúdovú kmitočtovú charakteristiku modulu, ale neodstraňuje jeho nežiadúci vplyv na vybuditeľnosť modulu v oblasti nízkych kmitočtoch. Ak napr. použijeme $C_4 = 500 \mu F$, neprejaví sa jeho účinok v poklese amplitúdovej charakteristiky, ale v poklese maximálneho výkonu pri 20 Hz asi na štvrtinu nominálnej hodnoty.

Ak chceme zabezpečiť stabilitu takto vytvoreného spätnovázobného systému, musíme splniť minimálne podmienky stability lineárnych spätnovázobných sústav podľa Nyquista. Na ich splnenie je nutné zabezpečiť, aby na kmitočte f_L , pri ktorom fázový posun, spôsobený parazitnými vlastnosťami obvodu, nadobúda 180° , bola absolútна hodnota napäťového zisku otvoreného obvodu (bez spätnej väzby)

$$|A_{f_L}| < \frac{1}{B_{\max}} \quad (9),$$

kde B_{\max} je maximálna nastaviteľná hodnota koeficientu zápornej spätnej väzby. Táto podmienka sa v danom zapojení dá zabezpečiť niekoľkými spôsobmi. Nakľa sa vždy jedná o zmenšovanie prenásaného pásma, dôsledkom stabilizácie býva zhoršenie vlastností sústavy pri prenose vysokých kmitočtov. Z hľadiska minimalizácie tohto zhoršenia je potom výhodné oplývňovať kmitočtové vlastnosti stupňa, ktorý sa v najväčšej miere podieľa na zhoršení prenosových vlastností v hornej časti prenásaného pásma. Ako dôsledok týchto úvah zaisťujeme spätnovázobnú stabilitu modulu pomocou kondenzátorov C_6 , C_7 , C_8 . Nakľa aj po tejto úprave má zosilňovač ešte stále vynikajúce vysokofrekvenčné vlastnosti, je vhodné blokovať jeho vstup proti prenikaniu nežiadúcich v signáloch kapacitou C_3 .



Obr. 5. Osadenie dosky s plošnými spojmi J 505 zosilňovača

Na odstránenie nežiadúcich spätných väzieb má taktiež vplyv správne zvolený systém zemniacích bodov. Tieto sú rozdelené tak, aby prúdy zemniacimi slučkami spolu s nežiadúcim odporom zemniacích vodičov dávali také hodnoty parazitných napätií, ktoré je možné pri zosilnení jednotlivých stupňov zanedbať. Zemniace body sa spoja so zemou v spoločnom zemniacom bode spolu so zdrojom napájacieho napäcia.

Poznámky ku realizácii

Zosilňovač je postavený na doske s plošnými spojmi o rozmeroch $100 \times 90 \text{ mm}$ (obr. 5). Po osadení dosky výkonového zosilňovača súčasťami je možné ju priamo namontovať do zostavy nf zosilňovača s tým, že sa nastavuje len vstupná citlivosť na požadovanú hodnotu potenciometrom P_1 . Na tomto mieste je vhodné upozorniť, že na dosiahnutie vlastností podľa odstavca Technického údaje nie je nutné párovať tranzistory T_1 , T_2 ; T_7 , T_8 ; T_9 , T_{10} (v meranom vzorku sa hodnoty zosilňovacích činiteľov líšili u týchto dvojíc tranzistorov asi o 50 %).

V prípade verzie 20 W je možné vypustiť kondenzátor C_8 a odpor R_{14} s tým, že sa skratujú pájacie body pre kondenzátor C_8 , čím sa uzemní kolektor tranzistora T_3 .

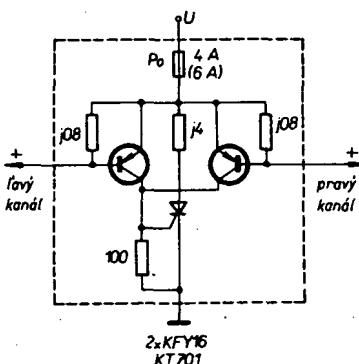
V prípade, že napájacie zdroje nemajú nadprúdovú ochranu a chceme zosilňovač chrániť proti skratu na výstupе, je možné túto ochranu realizovať pomocou zapojenia podľa obr. 6.

Budiacie tranzistory T_7 , T_8 doporučujeme chladíť normalizovaným chladičom pre puzdro TO-5 v prípade verzie 50 W; ani v tomto prípade však chladenie nie je nevyhnutné.

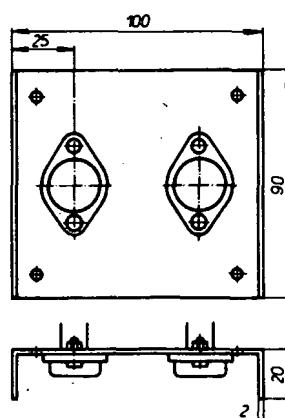
Co sa týka chladenia výkonových tranzistorov T_9 , T_{10} , tieto vyžadujú pri maximálnej teplote okolia 50°C následovné chladiace plochy:

1. Výkon 20 W. Pri budení harmonickým signálom na plný výkon je nutná chladiaca plocha asi 125 cm^2 z plechu Al

hrúbky 2 mm. Z konštrukčných dôvodov je výhodné dodržať rozmerky spojovej dosky (príklad riešenia tohto chladiča je na obr. 7).



Obr. 6. Zapojenie ochrany zosilňovača proti skratu na výstupe



Obr. 7. Chladič výkonových tranzistorov

2. Výkon 50 W.

- a) pri budení harmonickým signálom na plný výkon sa vyžaduje chladiaca plocha asi 400 cm^2 z plechu Al hrúbky 2 mm;
- b) pri budení hudobným signálom na plný výkon, kedy strata na výkonových tranzistoroch predstavuje asi 15 % straty pri budení harmonickým signálom, postačuje s veľkou rezervou chladiaca plocha asi 200 cm^2 z plechu Al hrúbky 2 mm.

Uvedené plochy chladičov sú orientačné a pri ich dodržaní je možné chladiče umiestniť vo vodorovnom, či zvislom smere.

Na záver sa ešte vrátime ku otázke správneho zemnenia. Spoločný zemniaci bod je najvhodnejšie voliť čo najbližšie ku vstupným konektorom a jednotlivé zemnené body spájať len do tohto spoločného bodu dosťačne dimenzovanými vodičmi.

Použité súčiastky

Hodnoty súčiastok, uvedené v závitore, vyhovujú aj pre verziu 20 W, sú však bezpodmienečne nutné pre verziu 50 W. Výnimku tvorí R_6 , ktorého odpor $12 \text{ k}\Omega$ pre 20 W a $15 \text{ k}\Omega$ pre 50 W sa musí dodržať.

Tranzistory

T_1, T_2	KC507
T_3, T_4	KFY18
T_5	KCS08, KC509, KC507

T_6	KF508, KFY34 (KF503, KF504)
T_7	KF508, KFY34
T_8	KFY18
T_9, T_{10}	KD605 (KD606, 607: KD503, 504)
<i>Odpory</i>	
R_1, R_2, R_3, R_4	0,1 M Ω
R_5	2,7 k Ω
R_6	12 k Ω (15 k Ω)
R_7	4,7 k Ω
R_8	470 Ω
R_9	56 k Ω
R_{10}	180 Ω
R_{11}	68 Ω
R_{12}, R_{13}	100 Ω
R_{14}	5,6 k Ω
<i>Kondenzátory</i>	
C_1	5 $\mu\text{F}/35 \text{ V}$
C_2, C_5	20 $\mu\text{F}/35 \text{ V}$
C_3	220 pF
C_4	820 pF
C_6	33 pF
C_7	150 pF
C_8	100 $\mu\text{F}/35 \text{ V}$
C_9	0,1 $\mu\text{F}/100 \text{ V}$
C_{10}	2 000 $\mu\text{F}/50 \text{ V}$
<i>Potenciometre</i>	
P_1	trimer 470 Ω (najlepšie cermetový)

Odpory môžu byť na najmenšie zaťaženie, t.j. z rady TR 112, kondenzátory C_4, C_6, C_7, C_9 sú keramické.

Literatúra

Teichmann, J.: Project 60 fy Sinclair. HaZ č. 7/71.

Konštrukčný katalóg kremíkových tranzistorov TESLA Rožnov.

pôvodným miestu. Přístroj byl doplnený druhou čtyřstopou hlavou, ktorá bola umiestnená mezi hnací hřidel a pravý vodič kolík a výškové nastavenia tak, aby nahrávala druhou a čtvrtou stopu (počítanou shora), obr. 1. Nevýhodou tohto usporiadania byla ovšem skutečnosť, že nebylo technicky možné zajistit této dodatečné vestavěné hlavě přítlač pásku, což se mohlo pri provozu projevovat nedokonalem stykem pásku s hlavou, který navíc mohl být ještě ovlivněn nedostatky v rovnomennosti tahu pravé navijecí spojky, neboť přítlač pásku závisel pouze na tomto tahu, protože hlava byla umiestnená až za hnacím hřidelem. Praktické zkoušky však kupodivu prokázaly, že při používání jakostních záznamových materiálu AGFA, BASF, SCOTCH apod. nedocházelo k žádným závadám ve styku pásku s hlavou. Situace se podstatným způsobem zhoršila, jakmile byly použity pásky EMGETON DP 25 LN, u nichž toto řešení přinášelo mnoho potíží, neboť především hlavy bez přítlaču se v nedefinovaných intervalech zanášely nečistotami či jinými úsadiami z uvedených pásků a velmi často docházelo k poruchám v záznamu. Proto bylo nutné hledat jiné, spolehlivější řešení, které by vyhovovalo i při používání pásků EMGETON.

2. Mazací hlava byla odstraněna z dráhy a byla ponechána v magnetofonu pouze jako indukčnost oscilátoru. Původní čtyřstopá hlava byla – stejně jako v předchozí úpravě – ponechána na původním miestu a druhá čtyřstopá hlava byla umístěna na miestu mazací hlavy. Tím byl zajištěn přítlač obou nahrávacích hlav, bylo ovšem nutno používat tzv. mazací pec, v níž byly před použitím mazání všechny pásky, neboť funkce mazání byla u takto upravené linky zrušena.

Popis ostatních úprav

Nejprve bylo nutno zvětšit rychlosť posuvu na dvojnásobek. Toho bylo dosaženo poměrně jednoduchou cestou, a to výměnou prýžové kladky motoru za kovovou o průměru 29 mm. Při této úpravě se ukázalo, že ani není třeba měnit hnací řemínek, neboť jeho pružnost se ukázala plně dostačující i při zvětšeném průměru kladky. Kromě popsaných úprav páskové dráhy, které byly čistě mechanickou záležitostí, bylo nutno rekonstruovat i elektrické obvody každého magnetofonu. Po předchozích zkouškách a prověření obvodů, napájejících záznamové hlavy jak na signál, tak předmagnetizačním proudem, byla zvolena následující úprava.

Magnetofony byly rozděleny do tří skupin vždy po čtyřech přístrojích (obr. 2). Každý magnetofon zpracovával některý jednou stopu a přiváděl jej do souhlasných systémů hlav tří zbyvajících magnetofonů. Přitom každý předmagnetizační oscilátor napájel všechny čtyři systémy obou záznamových hlav vlastního magnetofonu.

Tomuto usporiadání porozumíme lépe na praktickém příkladě. Předpokládejme, že magnetofon 2 dostává ze zdroje informaci druhé stopy. Záznamový zesilovač tuto informaci zpracuje a přivede ji na druhou stopu vlastní hlavy, ale také na druhé stopy hlav

Zrychlený písací magnetofonový záznam

J. Kachnička

Predložené zařízení bylo zkonstruováno pro zrychlené rozmnovení učebních textů. Celá koncepce byla navržena tak, aby bylo možno s co nejednoduššími úpravami (bez nutnosti použít nedostupné zahraniční zařízení) přepisovat učební texty, jazykové kurzy a podobné záznamy ze základního pásku na běžné typy magnetofonových pásků, a to pro výslednou rychlosť 9,5 cm/s a čtyřstopý záznam. Při konstrukci zařízení bylo nutno vycházet výhradně z požadavku použit tuzemské magnetofony i všechny potřebné doplňky.

Volba typu magnetofonu

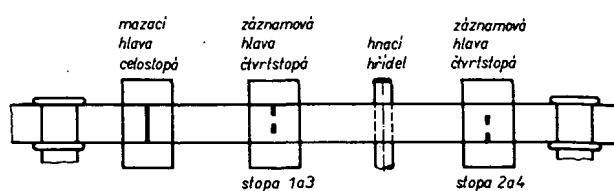
Pro splnění tohoto požadavku byly zvoleny jako nevhodnejší magnetofony řady B 4, které oproti přístrojům novější řady B 5 umožňují dálkové spouštění a podle získaných zkušeností vyzkoušej podstatně větší spolehlivosť i stabilitu parametrů v dlouhodobém provozu. Bylo použito dvanáct magnetofonů typu B 47, u nichž byla zvětšena rychlosť posuvu na 19 cm/s a každý přístroj byl navíc doplněn druhou kombinovanou hlavou, takže bylo možno nahrávat všechny čtyři stopy současně. Tímto způsobem se zvětšila přepisová kapacita každého stroje osminásobně a celá sestava byla schopna vyprodukovať za hodinu čistého času provozu 96 hodin nahrávacího času. Pracovala tedy s téměř stonásobným zrychlením přepisů.

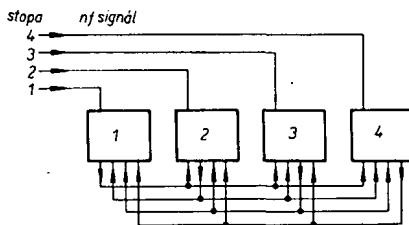
Umístění druhé kombinované hlavy

Prvým problémem při rekonstrukci magnetofonů pro daný účel bylo umístění druhé kombinované hlavy v dráze v pásku. Byly vyzkoušeny dva základní způsoby:

1. Mazací hlava byla nahrazena celostopým provedením TESLA ANP a ponechána na původním miestu. Čtyřstopá hlava ANP 935 byla ponechána v původní funkci a rovněž na

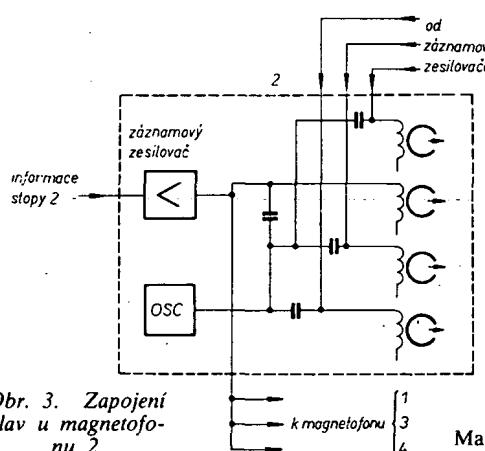
Obr. 1. Umístění přidavné hlavy mezi hnací hřidel a vodič kolík





Obr. 2. Zapojení čtyř magnetofonů ve skupině

zbývajících tří magnetofonů. Každý záznamový zesilovač tedy napájí celkem čtyři systémy hlav stejnou informací u celé čtverce magnetofonů (obr. 3). Naproti tomu oscilátor každého magnetofonu napájí předmagnetizaci pouze obě vlastní hlavy, a to všechny čtyři stopy.



Obr. 3. Zapojení hlav u magnetofonu 2

Každý magnetofon v příslušné čtverci je tedy propojen vždy se třemi zbývajícími přístroji. Protože však v každém čtverci pracují oscilátory, jejichž kmitočty se zákonitě liší, bylo nezbytně nutné do přívodu napájení záznamových hlav zapojit paralelní odladovač předmagnetizačního kmitočtu pro každý systém hlavy (obr. 4). Tyto tři odladovače spolu s linearizačními odpory 3,9 kΩ byly umístěny (na pomocné destičce) přímo ke konektoru přístroje po odstranění počítače. Přestože byl tedy každý záznamový zesilovač na výstupu zatížen čtyřikrát menší impedancí, nezměnilo se zkreslení při jmenovitém výstupním napětí, naopak zbyla ještě rezerva.

Pro napájení všech magnetofonů byly použity dva stereofonní přístroje B 43 (obr. 5),

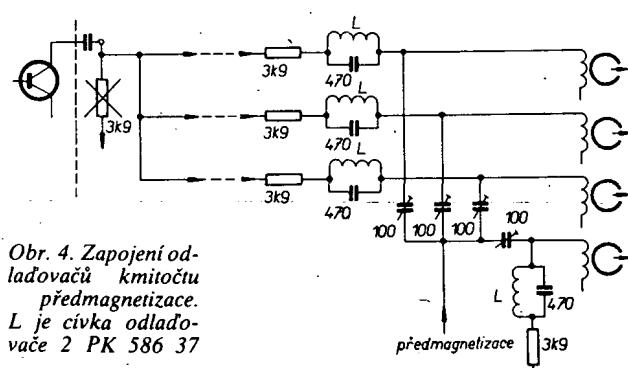
neboť bylo pochopitelně potřeba získat čtyři nf kanály. Přitom stopy 1 a 3, tedy informace magnetofonu B 43-1 (originál A) byla normální nahrávka, avšak informace magnetofonu B 43-2 (originál B) byla nahrávka pozpátku. Toho bylo dosaženo zcela jednoduše při výrobě originálů pro přepisy, a to tak, že byl použit půlstopý záznam, který byl pak na obě stopy čtvrtstopého magnetofonu přepisován pozpátku (pro reprodukci byla místo horní zapojena dolní stopa a pásek byl reprodukován od červeného konce). Nahrávky byly pořizovány s rychlosťí posuvu 9,5 cm/s a reprodukovány s posuvem 19 cm/s stereofonním magnetofonem.

U všech dvanácti přístrojů zařízení byly zapojeny konektory s kabelem dálkového ovládání tak, aby se po založení pásků a stisknutí záznamového tlačítka uvedly magnetofony do chodu teprve spínačem, umístěným u obou reprodukujících přístrojů, takže se zjednodušila obsluha zařízení.

my; současně byla u uvedeného stroje závada zjištěna a odstraněna.

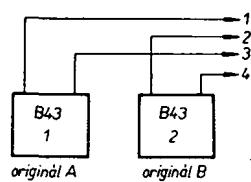
Magnetofony B 47 (až na závady v první době provozu) se ukázaly zcela nečekaně jako mimořádně spolehlivé a ve spojení se zahraničními záznamovými materiály byla poruchovost přepisového zařízení menší než 1 %. Situace se podstatně zhoršila při používání pásků EMGETON, u nichž docházelo k časově nedefinovanému mizení záznamu na pásku, k zhoršení jeho úrovně či ke zmenšení kmitočtového rozsahu. Při práci s těmito materiály bylo nutno zavést pravidelné čištění celé hlav (což u zahraničních pásků nebylo vůbec nutné), ale ani tak nebylo možné závady vzniklé špatnou jakostí pásku zcela vyloučit a bylo tedy nutno věnovat mnohem více času kontrole.

Na závěr je třeba upozornit na to, že při uvádění záznamové linky do provozu byl rozhodujícím činitelem čas a proto nebyly u přístrojů upravovány elektrické obvody



Obr. 4. Zapojení odlaďovače kmitočtu předmagnetizace. L je cívka odlaďovače 2 PK 586 37

korekci. Protože linka byla určena výhradně pro záznam kursu a nikoli hudebních nahrávek, byl kmitočtový rozsah (i průběh) do kmitočtu 8 kHz zcela postačující. Jinak ovšem nečiní žádné potíže změnit především rezonanční obvod, zdůrazňující vysoké kmitočty v záznamových zesilovačích, a rezonanční posunout nad 20 kHz, aby výsledná reprodukční charakteristika pořízeného záznamu byla i v tomto směru uspokojující.



Obr. 5. Zdroj nf signálu pro záznamové zařízení

Měřicí měnič nesinusových proudů

Firma Burr-Brown využila termoelektrického jevu k měření střídavých proudů libovolného průběhu. Měřený proud vyhřívá odpor úměrně své efektivní hodnotě. Odporník ovládá emitorové napětí tranzistoru. Jeho kolektorový proud, který ovládá měřidlo, je úměrný efektivní hodnotě měřeného nesinusového proudu. Prozatím se vyrábějí 2 druhy tohoto termoelektrického měniče pod označením 4130K a 4130J pro kmitočtový rozsah 14 Hz až 100 kHz.

Počítáč pěstuje kryštaly

Pracovníci Sovětské akademie věd použili s úspěchem v Krystalografickém ústavu samocinného počítáče při pěstování umělých kryštalů. Počítáč nastaví a udržuje optimální podmínky, jako teplotu a dobu růstu, čímž se dosáhne velké přesnosti a stejných rozměrů kryštalů safiru, rubínu, granátu aj. Např. některé monokryštaly vyžadují k svému růstu diuohodobé udržování vysoké teploty 1500 až 2000 °C. Výsledkem je i neobyčejná čistota a stejnorođost vypěstovaných kryštalů.

—sn—

Kapesní indikátor hluku

Má tvar hůlkové kapesní svítílny a slouží jako snadno přenosný měřicí a hlídací dovolené úrovně hluku. Snímačem je zabudovaný kondenzátorový mikrofon, jehož napětí zesilují integrované obvody. Napájí je se z vestavěné baterie. Překročení nastavené hladiny zvuku signalizuje rozsvícení světelné diody. Lze sledovat i zcela krátkodobé zvukové špičky. Tento praktický pomocník v boji proti hluku je výrobkem firmy Felten & Guilleaume.

—sn—

Elektronické varhan

Ing. J. Svačina, V. Valčík



Technické údaje

Maximální znějící rozsah:

6 oktáv, $F_{\text{is}} = 92,5 \text{ Hz}$
až $f' = 3587,6 \text{ Hz}$.

Rozsah manuálu:

c až f' , 54 kláves.
možnost přepínání dvou volných skupin po osmi rejstřících + 2 pevné kombinace (pléno), jako samostatný doplněk monofonní glizandový manuál.

Řídící tónové generátory:

12 + 1 teplotně kompenzovaných astabilních klopních obvodů. (60 + 3) IO MH7472.

Děliče kmitočtu:

elektronické spínače (162 × KC508).

Počet aktivních prvků:

63 integrovaných obvodů MH7472, 195 tranzistorů.

Počet pasivních prvků:

58 diod, 692 odporů, 27 trimrů a potenciometrů, 120 kondenzátorů.

Efekty:

sustain, echo, perkuse, glizando, vibráto, tremolo.

Napájecí napětí:

+ 5,15 V, + 10 V, - 10 V, - 20 V (stabilizovaný síťový zdroj).

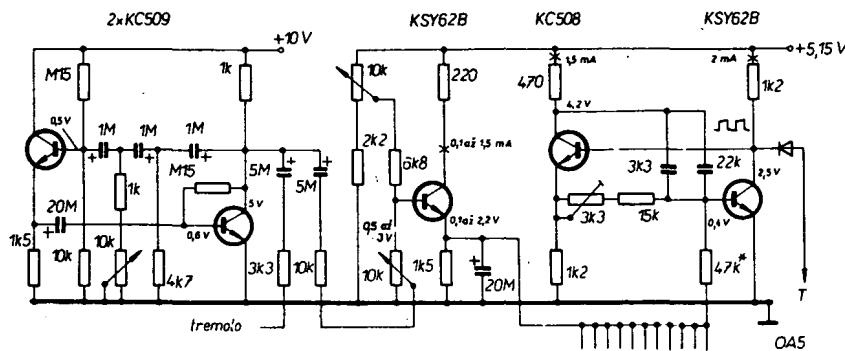
Rozměry:
Hmotnost:

780 × 510 × 160 mm.
20 kg.

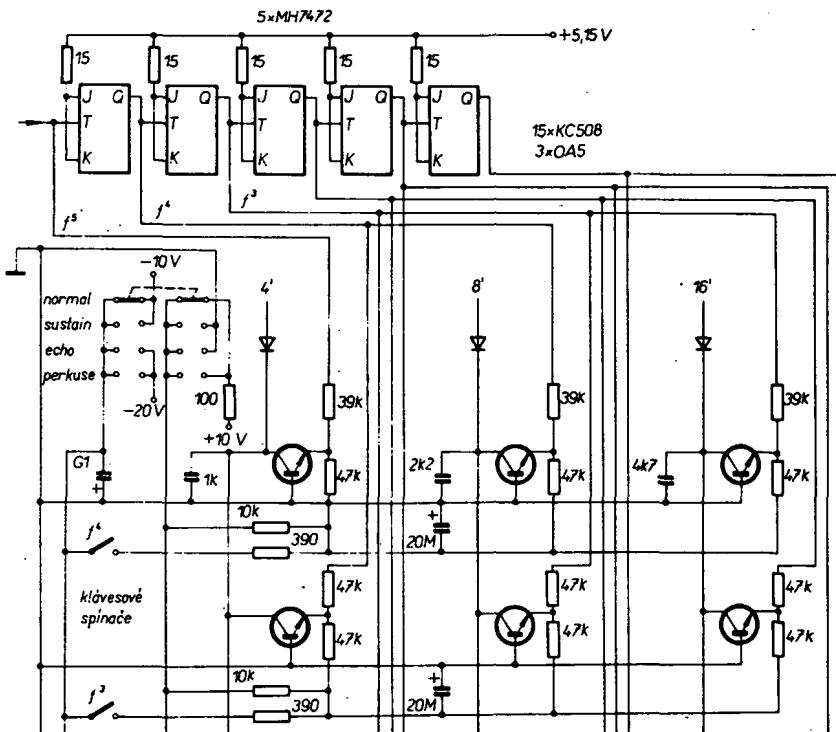
vaného děliče. Nejvyšší tón je možno odebírat hned za diodou, aniž by se tím změnil kmitočet oscilátoru. Teplotní kompenzace obvodu je dána rozdílnými teplotními vlivy na použité tranzistory v daném zapojení. Zahřívání pouze tranzistor KC508, kmitočet oscilátoru se zvětšuje. Zahřívání tranzistoru KSY62B se naopak kmitočet snižuje. Vhodným výběrem dvojice tranzistorů lze dosáhnout teplotní nezávislosti kmitočtu. Je

samořejmé, že i výběrem jakostních pasivních součástí, zejména ladících kondenzátorů, se ovlivňuje teplotní stabilita obvodů. V nástroji jsme použili všechny ladící kondenzátory se stejným dielektrikem (REMX polyestér). Jako ladící trimry jsme použili drátové potenciometry TP 680 23 A.

Všechny oscilátory se dají souběžně předávat obvodem, který slouží částečně jako sledovač k zavedení vibrátového kmitočtu



Obr. 1. Zapojení vibráta, společného ladění, generátoru



Obr. 2. Děliče a elektronické spínače

Popis zapojení

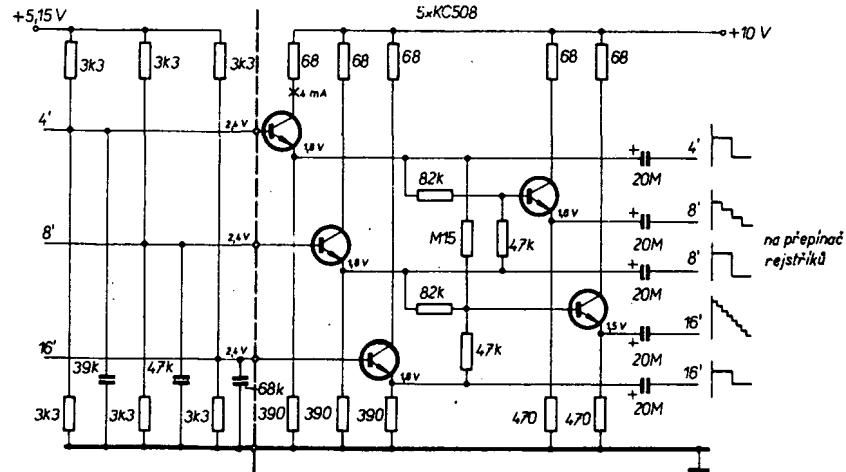
Základní částí malých přenosných elektronických varhan je dvanáct oscilátorů RC . V podobném druhu nástrojů se s oblibou používají oscilátory LC , které vykazují malou teplotní závislost kmitočtu ($\Delta f/f_0 = 0,2\%$ v rozsahu teplot 0 až 40°C) při dobře stabilizovaném zdroji. Nedostatkem tétoho oscilátoru je vysoká zdlouhavá výroba cívek, nutnost jejich pečlivého stínění (velký rozptyl magnetického pole), nedostatek vhodných kostříček. To všechno nás vedlo k výrobě oscilátorů RC , které jsou i cenově přístupnější při stejných požadavcích na stálost kmitočtu. Vyzkoušeli jsme jeden méně známý astabilní klopní obvod, který se převážně používá jako nesymetrický. Zapojili jsme jej jako symetrický za účelem teplotní stabilizace kmitočtu. Obvod je osazen dvojicí tranzistorů KC508 a KSY62B (obr. 1). Průběh jeho výstupního napětí se velmi blíží potřebnému obdélníkovitému průběhu a proto lze již za oddělovací diodou O45 dělit kmitočet pomocí integro-

(KSY62B). Obvod se nezúčastňuje teplotní kompenzace. Všechny regulační prvky obvodu jsou vyvedeny na čelní panel a umožňují měnit zdvih vibráta a kmitočet všech oscilátorů současně. K dosažení souběhu je nutno některé odpory $47 \text{ k}\Omega$ v obvodech bází KSY62B vybrat. Velikost ladící kapacity určujeme při poloze běžce drátového potenciometru $3,3 \text{ k}\Omega$ v polovině dráhy. Tranzistory oscilátorů a společného regulátoru musí být první jakosti.

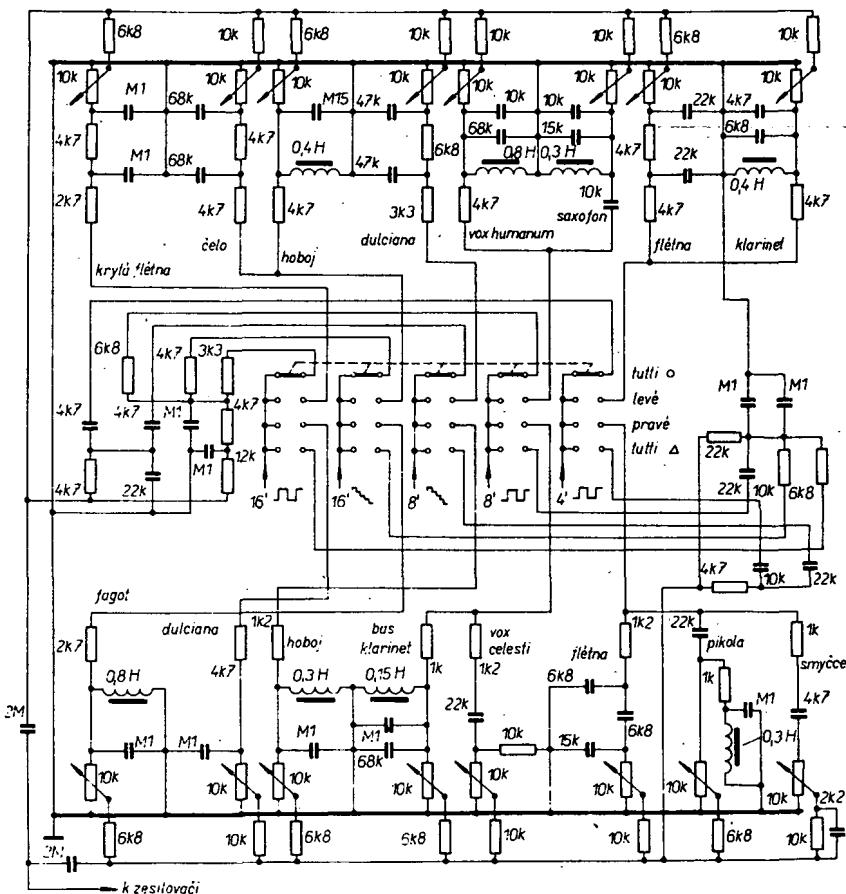
Generátor vibrátového kmitočtu 5 až 12 Hz byl již popsán v AR 7/75. Navíc je z generátoru odvozen efekt tremolo. Tento vibrátový generátor pracuje i s tranzistory druhé jakosti a jeho výstupní signál má sinusový průběh.

Z oscilátorů vedeme signál přes diodu OA5 do integrovaných děličů (obr. 2). Signál obdělníkovitého průběhu z výstupu děličů přivádíme na elektronické spínače, a to přes odpory $39 \text{ k}\Omega$ na emitory tranzistorů KC508 v zapojení se společnou bází. Zapojení má jako spínač dobré vlastnosti, potlačení nezádoucích signálů je velmi jakostní. Tranzistor je otevíráno jediným klávesovým kontaktem, kterým se přivádí záporné napětí přes odpor 390Ω a odpor $47 \text{ k}\Omega$ do emitoru. Za odporem 390Ω je připojen elektrolytický kondenzátor o kapacitě $20 \mu\text{F}$, který umožňuje jak prodlužování, tak i krácení vydávaného tónu. Současně brání vzniku přechodných jevů (kliků) spolu s odporem 390Ω , který způsobí opožděné zaznění tónu. Zvětšením tohoto odporu až na $1 \text{ k}\Omega$ bylo možné získat náběh tónu jako u písťatových varhan. Za odporem 300Ω je dále připojen odpor $10 \text{ k}\Omega$ ze společné sběrnice, která slouží k vytvoření efektů, jako jsou sustain, echo, perkuse. Uzemníme-li tuto sběrnici v poloze přepínače „sustain“ nebo „echo“, prodlužuje se tón tím, že kondenzátor $20 \mu\text{F}$ se po puštění klávesy pomalu vybije. V poloze „normal“ přivádíme na tuto sběrnici napětí $+10 \text{ V}$. Kondenzátor $20 \mu\text{F}$ se v tom případě vybije velmi rychle, což odpovídá normální hře bez dozvuku. Krácení tónu dosáhneme tím, že sběrnice je napájena přes přepínač v poloze „perkuse“ napětím -20 V přes odpor $2,2 \text{ k}\Omega$, zapojený v přívodu tohoto napětí. Společná sběrnice pro klávesové spínače je blokována elektrolytickým kondenzátorem $100 \mu\text{F}/70 \text{ V}$. Současně je na společnou sběrnici pro dosažení efektů přiváděno napětí $+10 \text{ V}$, které způsobí, že při stisku klávesy se elektrolytický kondenzátor $100 \mu\text{F}$ vybije za velmi krátkou dobu a napětí -20 V zavedené na klávesové spínače přitom zanikne. Krácení tónu je dáné kapacitou kondenzátoru a sériovým odporem ve větvi -20 V . Tento jednoduchý způsob výroby efektů v praxi velmi dobře vyhovuje, má však malou nevýhodu; doby krácení a prodlužování tónu jsou ovlivněny počtem současně stisknutých kláves. Čím více tónů současně stiskneme, tím kratší jsou dosahované časy. Zvolili jsme časy, které vyhovují při stisknutí kláves, odpovídajících pinému akordu.

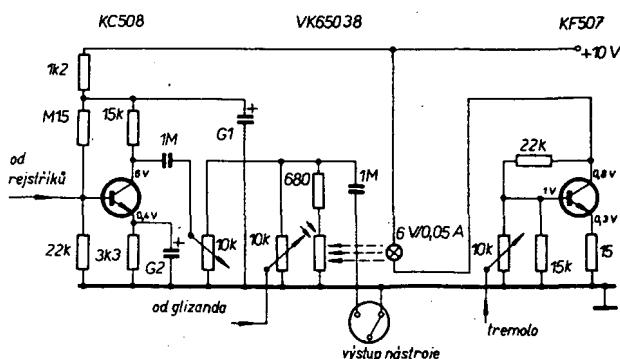
Kolektor spínačního tranzistoru je připojen na společnou sběrnici, ze které odvádíme signál přes diodu OA5. Jediným klávesovým spínačem jsou řízeny tři tranzistorové spínače, které představují (na svých kolektorech) tři stopové výšky, jež se pak odvádějí přes diody OA5 k tvarovači signálu. Sběrnicové kondenzátory 1 nF , $2,2 \text{ nF}$ a $4,7 \text{ nF}$ slouží k zmenšení strmosti hran obdělníkovitého signálu, které by mohly pronikat zejména u vysokých tónů i uzavřeným tranzistorem. Táž dioda OA5 slouží jednak jako oddělovač, dále jako přívod napětí pro kolektory a také ke zlepšení poměru při spínání. Dioda



Obr. 3. Tvarovač signálu. Odpory děličů v bázích tranzistorů pro vytváření schodovitého průběhu mohou být při zachování dělicích poměrů voleny v rozmezí odporů, uvedených jednak na schématu, jednak u zapojení na desce plošných spojů v obr. 8. Výhodnější jsou menší odpor. Čárkovaná čára označuje konec desky s plošnými spoji



Obr. 4. Rejstříková část

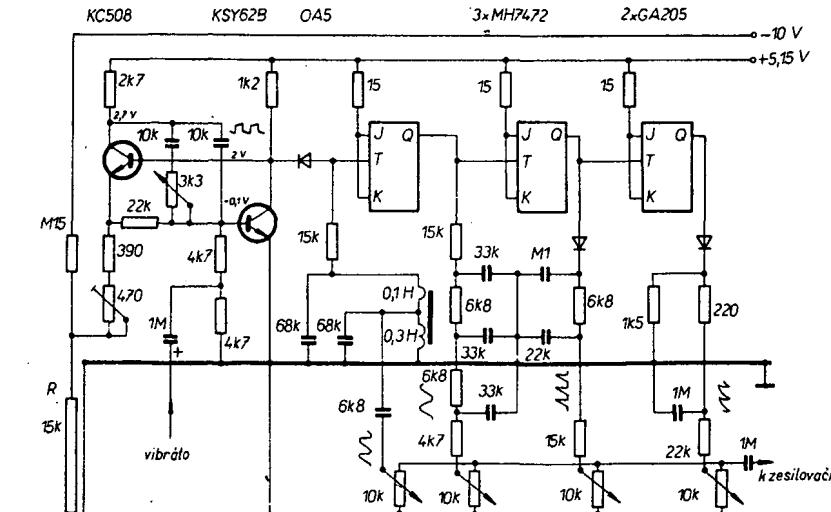


Obr. 5. Tremolo a výstupní zesilovač

má při uzavřeném tranzistoru velký odpor, při otevřeném tranzistoru naopak malý odpor.

Jelikož nejdou sběrnice podélně dělit a přitom potřebujeme při jednomuškových varhanách zvětšit hlasitost tónů, ovládaných pravou rukou (melodie hlasitější, doprovod slabší), je signál nejvyšší oktavy veden přes odpor $39\text{ k}\Omega$, nižší oktavy přes odpor $47\text{ k}\Omega$ atd., až nejnižší přes odpor $82\text{ k}\Omega$. Dále je veden signál z diod na báze emitorových sledovačů, které slouží současně jako tvarovače signálu (obr. 3). Sledovače zabírají vzniku nežádoucích zpětných vazeb mezi sběrnicemi a působí jako impedanční transformátory, na které se dají výhodně připojit rejstříkové filtry. Napětí $2,4\text{ V}$ pro kolektory spínačů a báze tvarovačů je získáno děličem, jenž současně tlumi signál ze sběrnic na úroveň, při které nevznikají nežádoucí vazby při směšování signálu. Kolektory sledovačů napájíme přes odpory $68\text{ }\Omega$, které omezí proud tranzistorů přibližně na 4 mA .

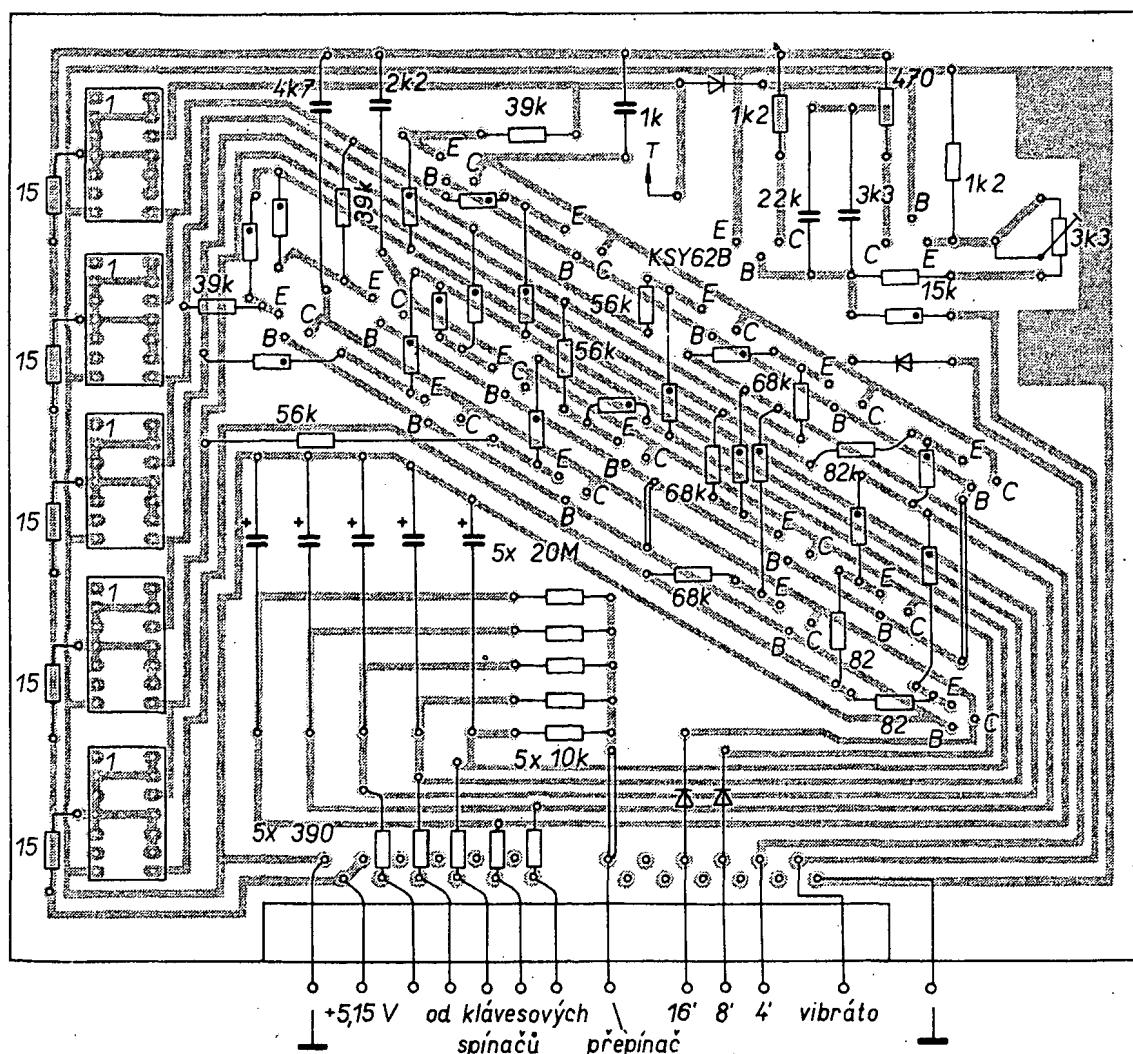
Další dva tranzistory, zapojené jako emitorové sledovače, slouží k vytvoření schodovitého průběhu, bohatého i na sudé harmonické, jež potřebujeme pro některá zábravení tónů. Počet sběrnic tak rozšíříme na pět. Všechny signály vedené k dalšímu zpracování do rejstříkových filtrů (obr. 4). Všechny pět sběrnic je vedené přímo na společný přepínač rejstříkových kombinací, který má čtyři polohy a umožňuje rychlé přepnutí čtyř připrave-



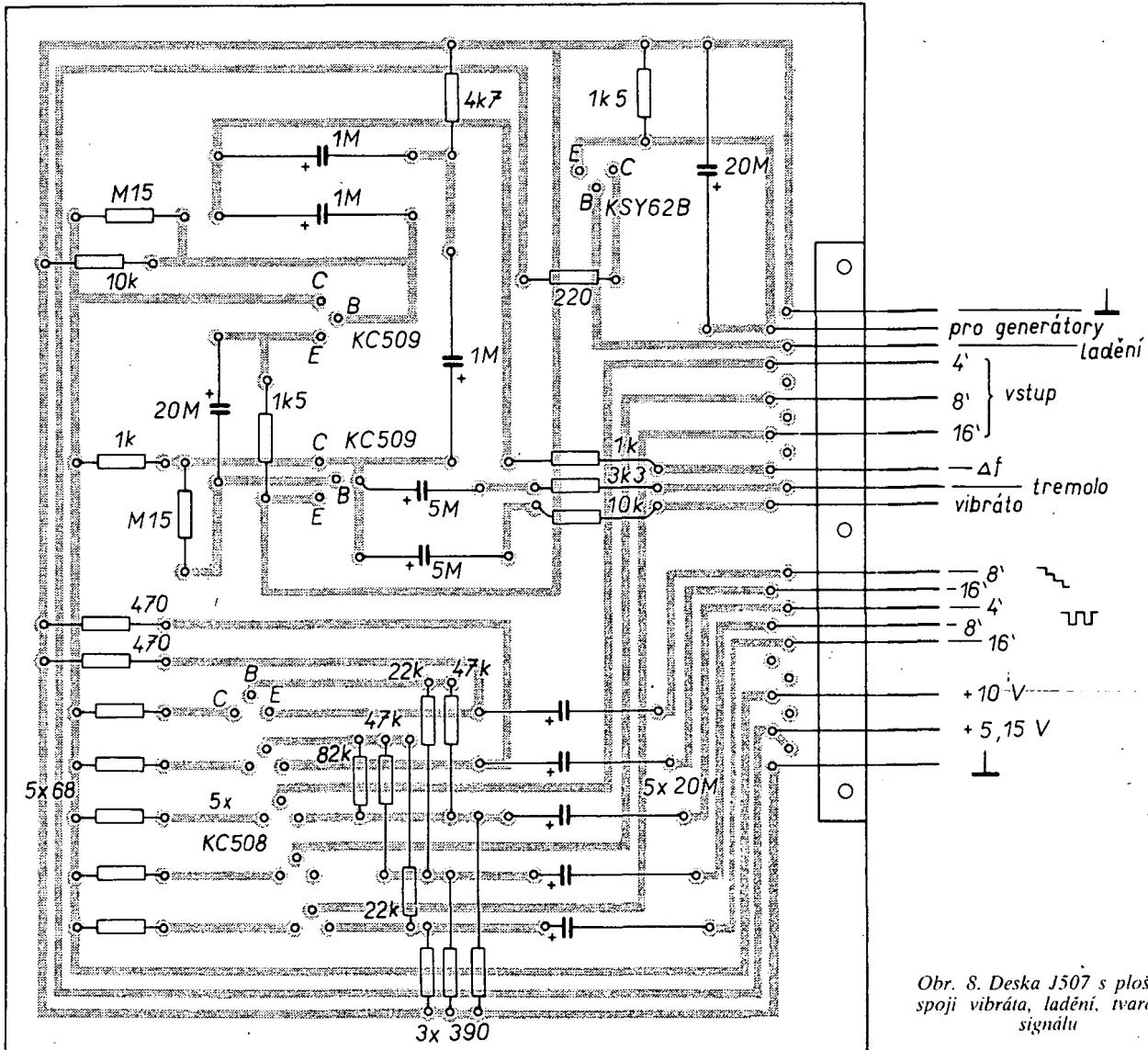
Obr. 6. Glizandový doplněk

ných barev tónů, z nichž dvě jsou přeladitelné volné kombinace. Obvod každé volné kombinace se skládá z osmi posuvných odporek typu TP 601, $10\text{ k}\Omega/\text{G}$ a umožňuje z každé barvy nastavit libovolnou žádanou dávku signálu do společné sběrnice.

Rejstříky jsou běžné obvody RC a LC , nalaďené do příslušného kmitočtového pásma napodobovaného nástroje. V krajních polohách přepínače rejstříkových kombinací se připojí pevně vyladěné pléno, které je v levé poloze „kulaté“ a v pravé poloze ostře



Obr. 7. Deska J 506 s plošnými spoji generátoru, děliče a spínače; všechny diody OA5, 10 MH7472, tranzistory (kromě KSY62B) KC508, odpory označené tečkou jsou $47\text{ k}\Omega$



Obr. 8. Deska J507 s plošnými spoji vibráta, ladění, tvarovače signálu

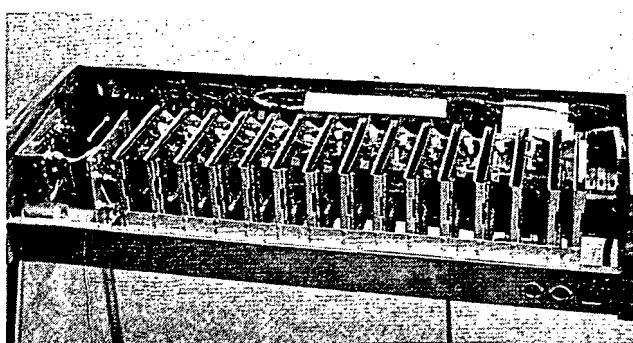
znějící. Levé i pravé rejstříky pracují do své samostatné sběrnice. Obě sběrnice jsou připojeny přes kondenzátor o kapacitě $2 \mu\text{F}$ na vstup zesilovače (obr. 5).

Zesilovač je osazen tranzistorem KC508 v zapojení se společným emitem. Paralelně k výstupnímu potenciometru je připojen přívod od glizandového doplňku a odporník 680Ω v sérii s fotoodporem VK 650 38, který vytváří efekt tremola. Zárovka pro

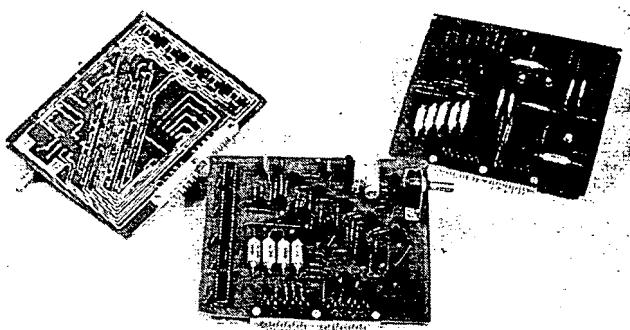
osvětlování fotoodporu $6 \text{ V}/0,05 \text{ A}$ je zapojena v kolektoru tranzistoru KF507 a blízko v rytmu signálu o kmitočtu 5 až 12 Hz z výstupu oscilátoru vibráta.

Jako doplněk je k nástroji vyroben oscilátor podobný řídicímu generátoru (obr. 6). Tvoří třináctou samostatnou jednotku. Emitorový odporník tranzistoru KC508 je navinut odporovým drátem na dřevěné kostře uložené pod manuálem. Odporník je navinut tak, aby

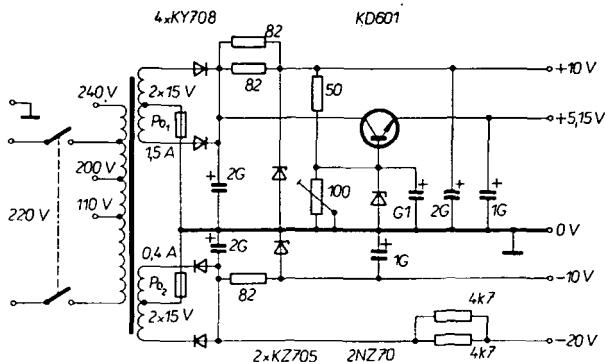
výška tónu při stisku ocelového pásku byla stejná, jako je výška tónu nad ním ležící klávesy. V místě klávesy c zazní tedy při stisku ocelového pásku tón c. Velikost odporu v příslušném místě musí být předem nastavena (nejlépe odporovou dekádou). Přesné dohlédění je provedeno na nejnižším kmitočtu trimrem 470Ω a na nejvyšším tónu drátovým potenciometrem $3,3 \text{ k}\Omega$. Přes odporník $0,15 \text{ M}\Omega$ přivádíme závěrné napětí na



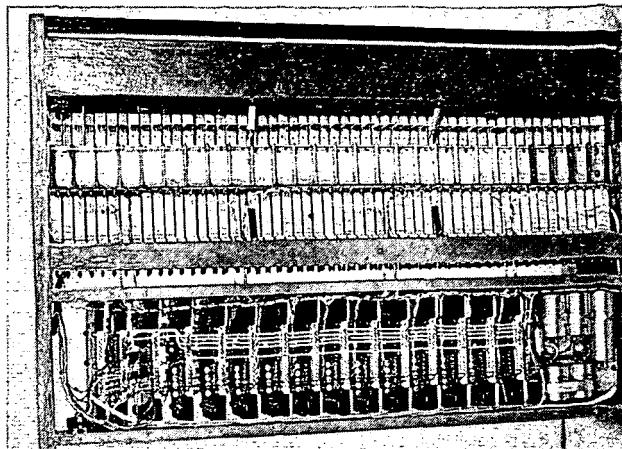
Obr. 9. Osazené desky s plošnými spoji



Obr. 10. Upevnění desek s plošnými spoji



Obr. 11. Zapojení sítové části



Obr. 12. Pohled na přístroj z dole

kolektor tranzistoru KC508 a zajistíme tím vyřazení oscilátoru z provozu. Bez tohoto odporu by vznikalo nežádoucí rušení (oscilátor by kmital na nadzvukovém kmitočtu). Z výstupu generátoru jsou pak přes diodu OA5 buzeny tři IO MH7472, které vytvářejí nižší oktávy. Zároveň vytváříme na těchto filtroch různé průběhy (od pilovitého až po sinusový), neboť při směšování na potenciometrech 10 k Ω (s logaritmickým průběhem) vznikají zajímavá zabarvení. Na tento doplněk se dá stejně dobré basovat jako pískat, bubnovat či napodobovat malý bubínek a jiné nástroje jako pozoun, havajskou kytraru apod. Tento doplněk by byl vhodný i pro začátečníky jako samostatný hudební nástroj, kdybychom jej vybavili klávesnicí se spínači a příslušnými odpory. Tento doplněk není nutno řídit spolu s ostatními dvacáti generátory. Proto je obvod vibráta oddělen kondenzátorem o kapacitě 1 μ F.

Konstrukce přístroje

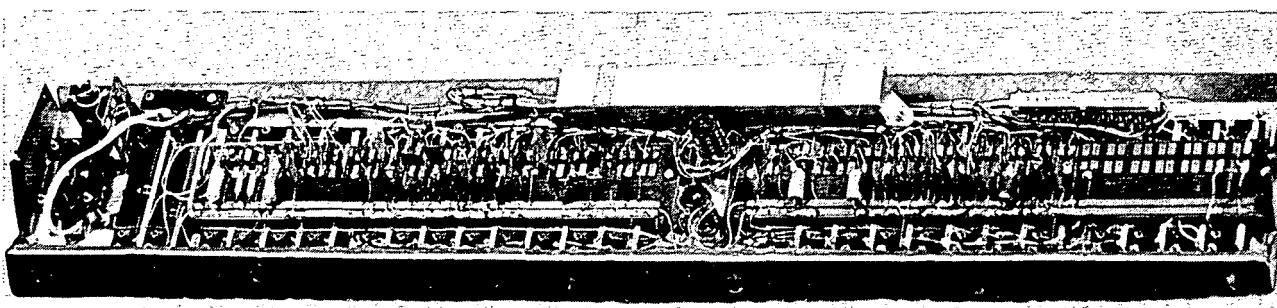
Součástky elektronické části jsou umístěny na deskách s plošnými spoji o rozměrech 150 x 125 mm, opatřených ve spodní části 24 kolíkovým konektorem WK 46 264 (obr. 7, 8 a 9). Jsou stíněny plechem, který současně slouží jako držák. Uspořádání je dobré patrné z obr. 10. Z elektrického hlediska je velmi výhodné umístit generátor tónů včetně integrovaných děličů kmitočtu i spínačů na jedné desce, takže signál je veden přímo na tři sběrnice a nemůže dojít k nežádoucímu vyuzařování signálu do okolí. V přístroji nemusí být použit ani jeden stíněný spoj. Nemusí být stíněny ani přívody na čelní panel (vzhledem k velmi nízké impedanci). Sdružením jednoho tónu na jedinou desku je

zjednodušeno celkové zapojení nástroje, které vyžaduje minimální počet vnitřních spojů. Zapojení bylo vyřešeno tak, aby bylo možno použít aktivní součástky druhé nebo třetí jakostní třídy. Všechny tyto aktivní součástky byly zakoupeny v prodejně součástek druhé jakosti TESLA Rožnov.

Zapojení sítového napájecího zdroje je na obr. 11.

Provedení a zapojení nástroje bylo vyzkoušeno; zařízení není náchylné k poruchám a při dobrých součástkách pracuje „na první zapojení“. Hodí se proto jak pro amatérskou, tak i pro tovární výrobu. Konstrukce nástroje je patrná z obr. 12 a 13.

Nástroj je pro svou jednoduchost velmi spolehlivý a pro množství různých efektů všeestranně použitelný.



Obr. 13. Čelní panel zezadu, v krytu jsou umístěny všechny indukčnosti

Kapesní digitální měřidlo

Firma Hewlett-Packard nabízí miniaturní číslicové měřidlo Multimeter 970A. Má tvar tlustší kuličkové tužky. Měří stejnosměrné a střídavé napěti a odpory rychle a přesně. Výsledek ukazuje světelné diody s desetinnou čárkou a znaménkem polarity. Rozsahy jsou snadno přepínatelné. Měří s napětí od 0,1 do 500 V s přesností $\pm 0,5\%$, st napětí kmitočtu do 1 kHz od 1 do 500 V $\pm 2\%$ a od 1 do 3,5 kHz $\pm 3\%$, odpory od 10 Ω do 10 M Ω $\pm 1\%$. Vstupní impedance je 10 M Ω . Přístroj se napájí z NiCd akumulátorku, pro nějž je v příslušenství malý nabíječ. -sn- Funkschau č. 22/73

Časová komprese a expanze záznamu

Bez změny výšky hlasu a újmy na srozumitelnosti mění reproducční dobu magnetofonového záznamu zařízení Varispeech firmy Rogers-Stewart-Cox Ass., Ltd. v rozmezí 0,5 až 2,5 násobku původní délky. Časová komprese a expanze se děje elektronicky. Zvukové signály se mění na digitální tvar, který zpracovává malý počítač. Ten též provádí korekci výšky tónu podle původního vzorku. Pak přemění signál na analogovou formu a reprodukuje jej jako zvuk. Tak je možné bez ztráty srozumitelnosti a věrnosti hlasu zkrátit hodinovou řeč až na 24 minut. -sn- Radio, Fernsehen, Elektronik č. 15/74.

Nová disková paměť

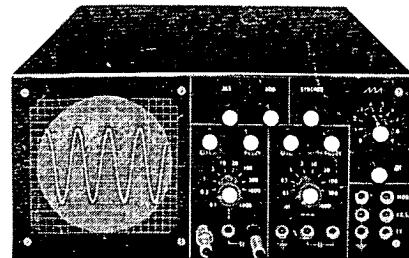
Diskette nazvala firma Innovex Corp. svou plachou paměťovou desku z plastického materiálu, opatřenou magnetickou vrstvou. Deska se vkládá do počítače v rámu, podobně jako kazeta do magnetofonů. Deska se však neotáčí. Na raménku nad ní krouží bezdotykové záznamová a snímací hlava. Proti jiným deskovým pamětím má Diskette výhodu až 48 záznamových stop, na každé je 8 volitelných rozsahů. Kapacita paměti je 26 900 bitů v jedné stopě. Doba života hlav je asi 3000 pracovních hodin. -sn-

Radio, Fernsehen, Elektronik č. 12/74

Měřicí technika

Stavebnice osciloskopu

Ladislav Zedník



Osciloskop by neměl chybět v dílně žádného amatéra, který se chce elektronikou vážně zabývat. Návod na stavbu osciloskopu byl v AR uveřejněn několikrát. Vždy se však jednalo o přístroj konstruovaný pro určitou obrazovku a v tom je kámen úrazu. Použitý typ obrazovky se zpravidla nepodaří sehnat. Jiná obrazovka má i jiné rozměry, proto je nutno měnit uspořádání přístroje, volit jiné rozměry desek s plošnými spoji atd. Kdo chce stavbou osciloskopu získat pouze dobré fungující přístroj pro svoji práci v jiném obooru (například v oblasti Hi-Fi techniky), dělá mnoho zbytečné práce navíc a nemá-li dostatek zkušeností, rizkuje i to, že vlastnosti hotového přístroje nebudou odpovídat vynaložené práci a finančním nákladům. V popisované stavebnici osciloskopu není mnoho nového v elektrickém zapojení. Nová je stavebnicová koncepce, umožňující stavět přístroj v nejrůznějším uspořádání širokému okruhu i méně zkušených zájemců.

Koncepce

Obvody osciloskopu byly rozděleny na samostatné funkční celky, umístěné na deskách plošných spojů jednotného rozměru 90×70 mm:

1. Zesilovač (zapojení podle [1]).
2. Generátor časové základny (zapojení podle [1]).
3. Generátor časové základny (zapojení podle [2]).
4. Kondenzátory časové základny.
5. Usměrňovače.
6. Usměrňovač v pro obrazovku.
7. Obvody filtrace a stabilizace napájecího napětí 12 V.
8. Obvody filtrace a stabilizace napájecího napětí 150 V.
9. Vstupní děliče (odlišný rozměr desky 115×72 mm).

Jak je z tohoto přehledu zřejmé, předpokládá se použití obrazovky se symetrickým vychylováním. Oba zesilovače (vertikální i horizontální) jsou stejné. Toto řešení zjednodušuje konstrukci a přináší i jiné výhody. Ve stejně zapojených zesilovačích jsou i stejně fázové poměry, což má význam při měření bez časové základy. Velký vstupní odpor horizontálního zesilovače (tranzistor FET na vstupu) nezatěžuje generátor pilovitého napětí, takže časová základna má výbornou linearitu.

Stejně jsou i kompenzované vstupní děliče pro vertikální i horizontální vstup. Ukázalo se, že kompenzace vstupních děličů s děličím poměrem řádově 1 : 10 000 je nutná i v oblasti akustických kmitočtů, nemá-li být průběh zkoumaného napětí značně kmitočtově zkreslen.

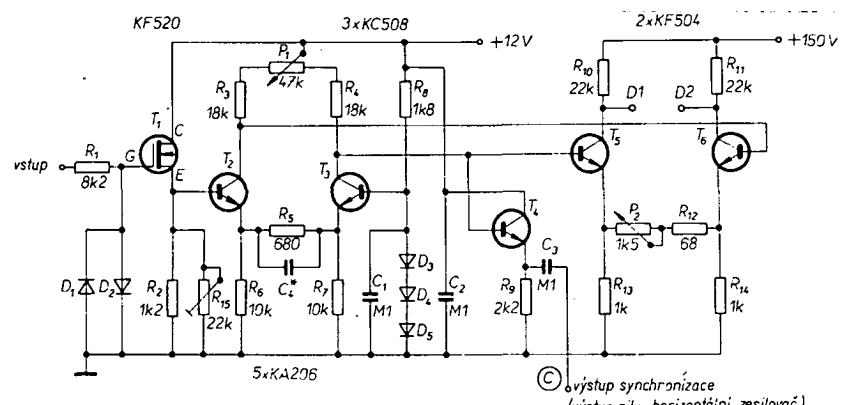
Síťový zdroj je řešen s dostatečnou rezervou, což umožňuje použít i jiné zapojení zesilovačů s větším odběrem. S vhodnou obrazovkou lze postavit i dvoupaprskový osciloskop jednoduchým zdvojením bloku děličů, zesilovačů a časové základny.

Všechna napájecí napětí (mimo v pro obrazovku) jsou stabilizována, což zajišťuje klidný obraz na stínítku. (Pro zajímavost uvádím, že při fotografování přístroje byla použita expozice 50 s a přesto je obrázek na stínítku ostrý.)

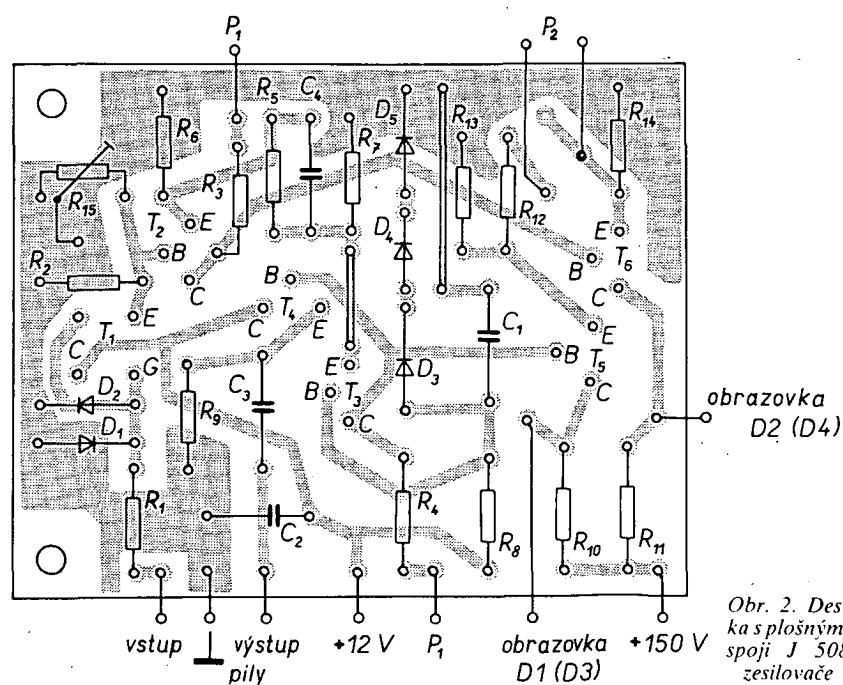
Popis zapojení

Vertikální a horizontální zesilovač

Jak již bylo uvedeno, jsou oba zesilovače stejné (zapojení je na obr. 1, rozmístění součástek na desce je v obr. 2.). Oproti zapojení popsanému v [1], byly provedeny jen drobné změny. Odpor potenciometru P_2 byl

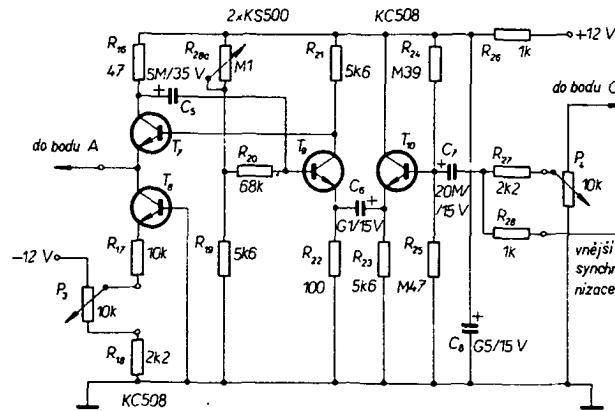


Obr. 1. Zapojení zesilovače



Obr. 2. Deska s plošnými spoji J 508 zesilovače

Obr. 3. Zapojení generátoru časové

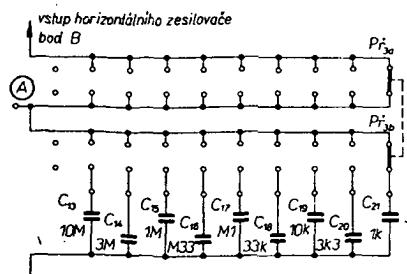


zmenšen na $1,5\text{ k}\Omega$. Místo dvou diod, zajišťujících předpětí báze tranzistoru T_3 , jsou použity tři (D_3 až D_5). Na vstupu zesilovače jsou zapojeny tranzistory KF520, které byly k dispozici. Zakoupené tranzistory KF504, KC508 je vhodné spárovat do dvojic a ty použít na místech T_2 , T_3 a T_5 , T_6 . Při oživování zesilovače je nutno věnovat pozornost tomu, aby při nastavení potenciometru P_1 na střed odpověď dráhy bylo na kolektorech koncových tranzistorů stejné napětí, a (což je zvláště důležité) aby toto napětí bylo asi o pět voltů větší, než je polovina napětí zdroje. Napětí se nastaví trimrem R_{15} , popř. změnou odporu R_2 , dále použitím dvou nebo tří diod (D_3 až D_5), jejich výběrem a konečně (v malých mezích) změnou proudu tekucího těmito diodami, tj. změnou odporu R_8 . Volba odporu R_2 je velmi kritická; je třeba nalézt takový odpór, aby trimr R_{15} mohl být nastaven v horní polovině svého celkového odporu.

Kmitočtový rozsah zesilovače pro pokles o 3 dB je asi 100 kHz . Použijeme-li kompenzační kondenzátor C_4 , jehož kapacita je asi 2 nF (je nutno vyzkoušet), zvětší se kmitočtový rozsah asi na 150 kHz . Základní citlivost přístroje při použití obrazovky s citlivostí asi $1,6\text{ mm/V}$ je 100 mV pro rozkmit signálu přes celé stínítko. Při použití méně citlivé obrazovky je účelně nahradit tranzistor KF520 strmějším KF521, aby základní citlivost zůstala zachována. Osciloskops uvedenými zesilovači je použitelný v oboru akustických kmitočtů. Na desku plošných spojů $90 \times 70\text{ mm}$ je možno umístit i poměrně složitý obvod a požadujeme-li větší kmitočtový rozsah přístroje, lze použít jiné zapojení, například podle [2], a desky s plošnými spoji zesilovačů vyměnit.

Generátor časové základny

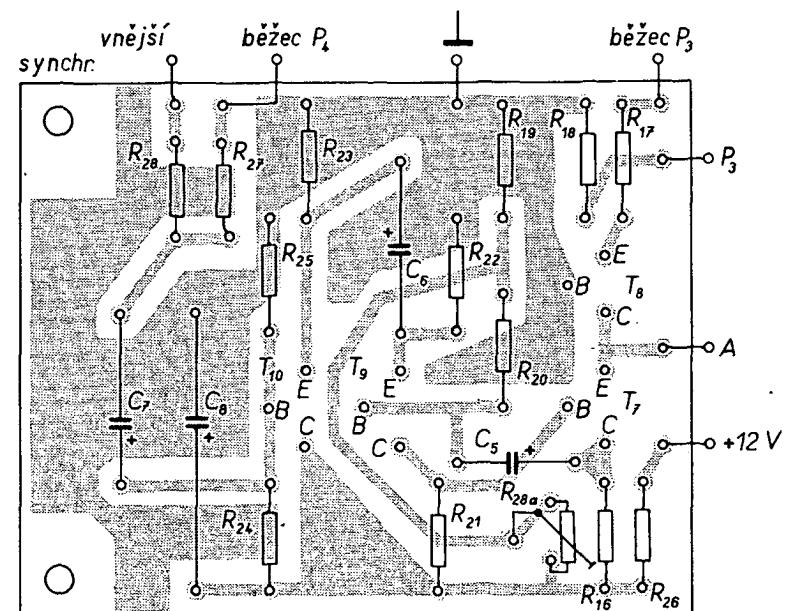
V přístroji bylo použito zapojení podle [2]. Zapojení je na obr. 3 a 4, desky s plošnými spoji jsou na obr. 5 a 6. Místo původních tranzistorů KSY62 jsou použity tranzistory KS500, které jsou levnější a v zapojení



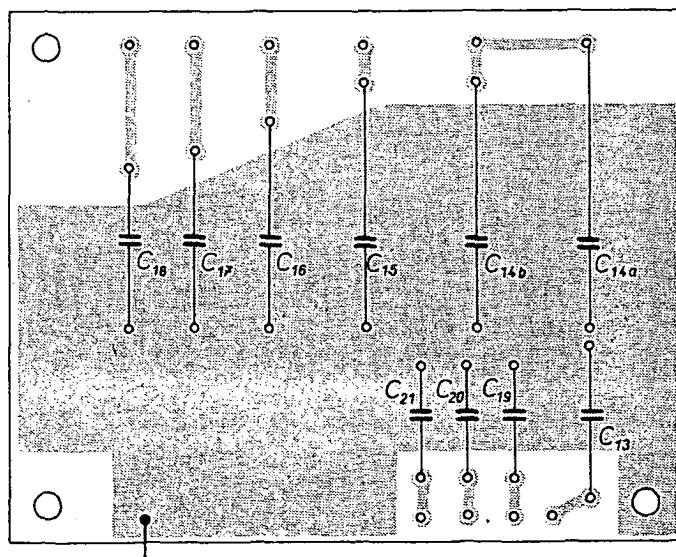
Obr. 4. Zapojení kondenzátorů časové základny

pracují dobře. Při uvádění do chodu nastavíme trimr R_{28a} tak, aby zkreslení bylo minimální a aby také kmitočet základny byl v požadovaných mezích. Odpory dělící R_{64} a R_{78} (obr. 7), jímž je generátor připojen na vstup horizontálního zesilovače, nastavíme výchylku paprsku v horizontálním směru přes celé stínítko. Součet odporů R_{64} a R_{78} by měl být asi $1\text{ M}\Omega$. Kapacitním trimrem C_{30} nastavíme nejmenší zkreslení průběhu základny při větších rychlostech.

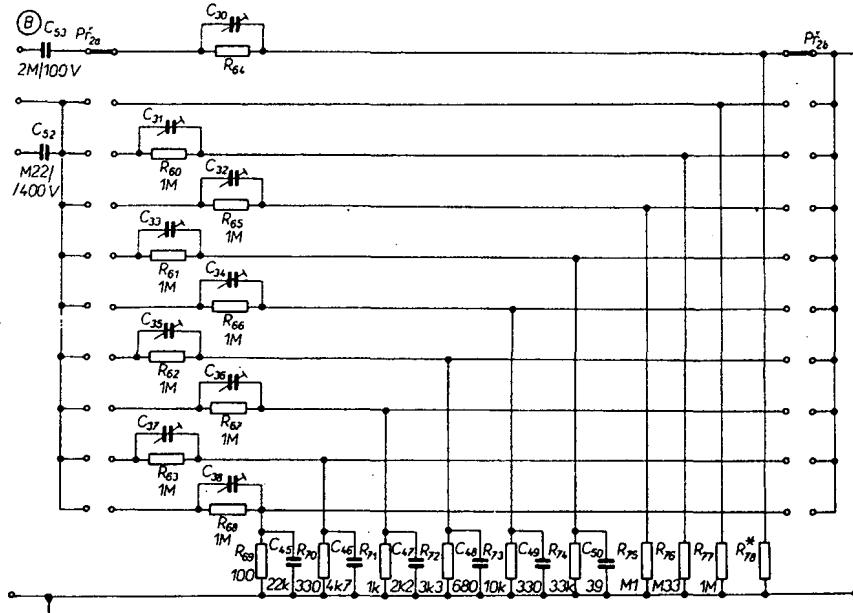
Alternativně je možno použít zapojení generátoru podle [1] (obr. 8). Příslušná spojová deska je na obr. 9, v popisovaném přístroji však nebyla vyzkoušena. Za zmínu snad ještě stojí to, že deska s generátorem podle [2] byla použita ke zdokonalení staršího elektronkového osciloskopu. I tady se generátor plně osvědčil a přispěl ke značnému zlepšení funkce přístroje.



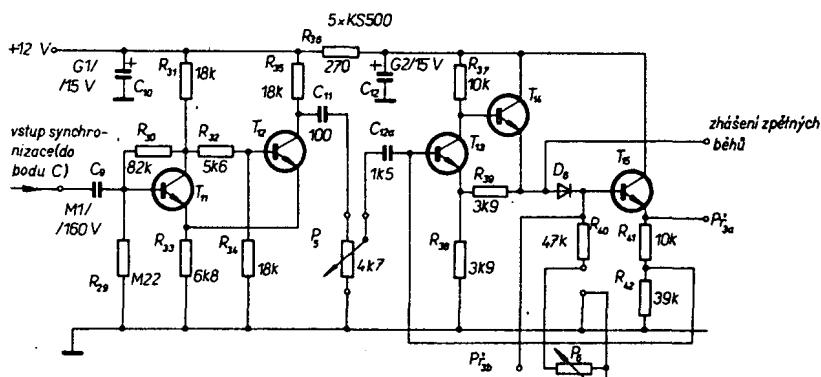
Obr. 5. Deska s plošnými spoji J 509 generátoru časové základny



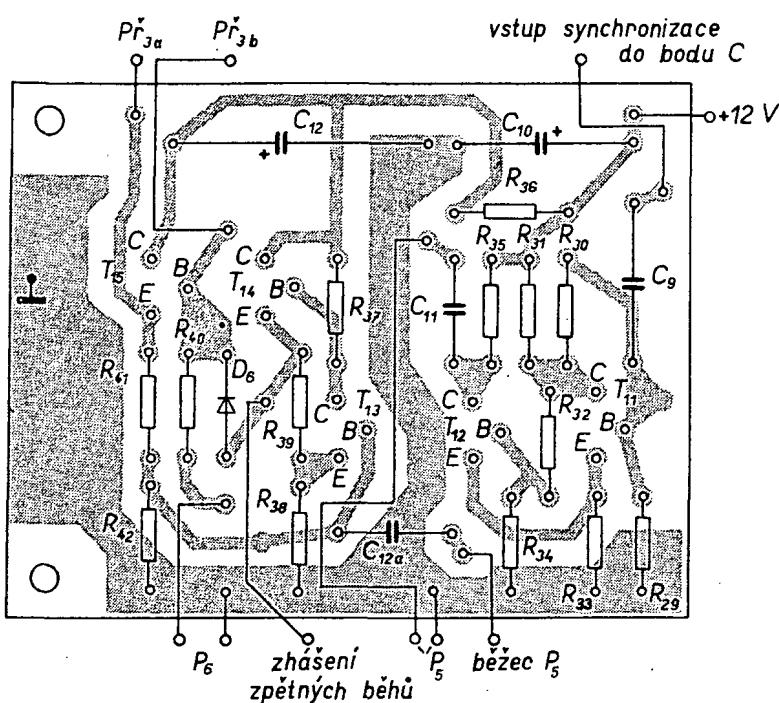
Obr. 6. Deska s plošnými spoji J 510 kondenzátorů časové základny



Obr. 7. Zapojení vstupního děliče horizontálního zesilovače



Obr. 8. Zapojení generátoru časové základny podle [1]



Obr. 9. Deska s plošnými spoji J 511 pro generátor časové základny podle obr. 8

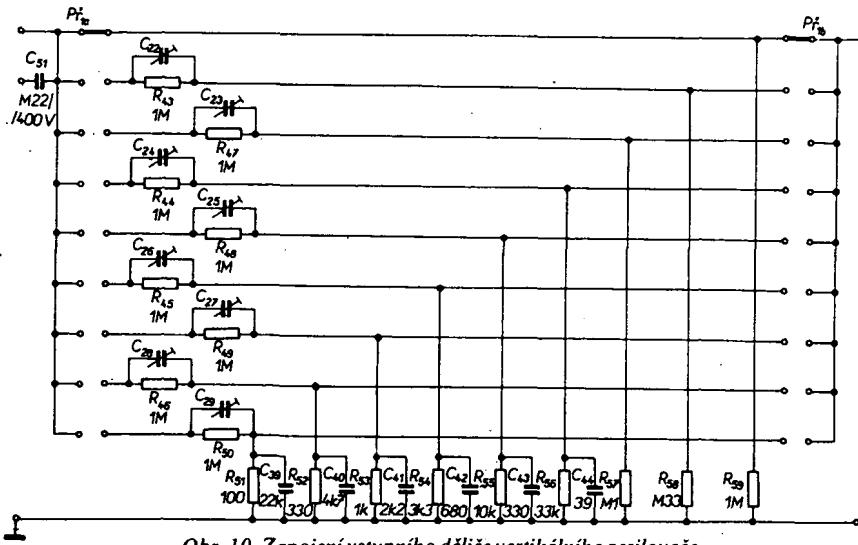
Vstupní děliče

Vstupní děliče jsou v obvyklém zapojení (obr. 7 a 10, deska s plošnými spoji je na obr. 11). Bez kompenzace dělí na nejmenších rozsazích (od 0,1 V) integruje (hrana obdélníkového impulsu je zaoblená). Asi na třetím nebo čtvrtém stupni není průběh zkreslen a na větších rozsazích dělič derivuje (na přední straně impulsu se objevuje překmit). Je to způsobeno tím, že na citlivějších rozsazích převažuje vstupní kapacita zesilovače, na méně citlivých rozsazích naopak kapacita přepínače a spojů, působící paralelně k odporu R_{43} až R_{50} , popř. R_{60} až R_{68} . Při kompenzaci děliče musíme dosáhnout stavu, kdy $C_R = C_R$, příčemž R_x , R_y je příslušná dvojice odporů děliče a C_x , C_y jsou celkové kapacity připojené paralelně k témtoto odporu. Na místě C_{22} až C_{38} jsou použity skleněné doladovací trimry, zapájené spodní stranou do plošného spoje. Odpory R_{43} až R_{50} , R_{60} až R_{68} jsou jedním vývodem připájeny do plošného spoje a druhým na pájecí očka příslušných kondenzátorů. Druhá pájecí očka kondenzátorů slouží pro jejich spojení s přepínačem P_{1b} nebo P_{2b} . Kondenzátory C_{39} až C_{50} jsou připojeny se strany plošného spoje. Udané kapacity jsou informativní; je nutno je vyzkoušet. Pro jednotlivé vstupy jsou na přední stranu přístroje vyvedeny zdířky. Není to řešení dokonalé. Při měření obvodů s větší impedancí se může do měřicí kablíků indukovat brum. Výhodnější je použít souosé kably s konektory. Rozhodnete-li se pro toto řešení, které je však nákladnější, vykompenzujte vstupní děliče při připojených souosých kabelech, aby byla do kompenzace zahrnuta i kapacita kabelů.

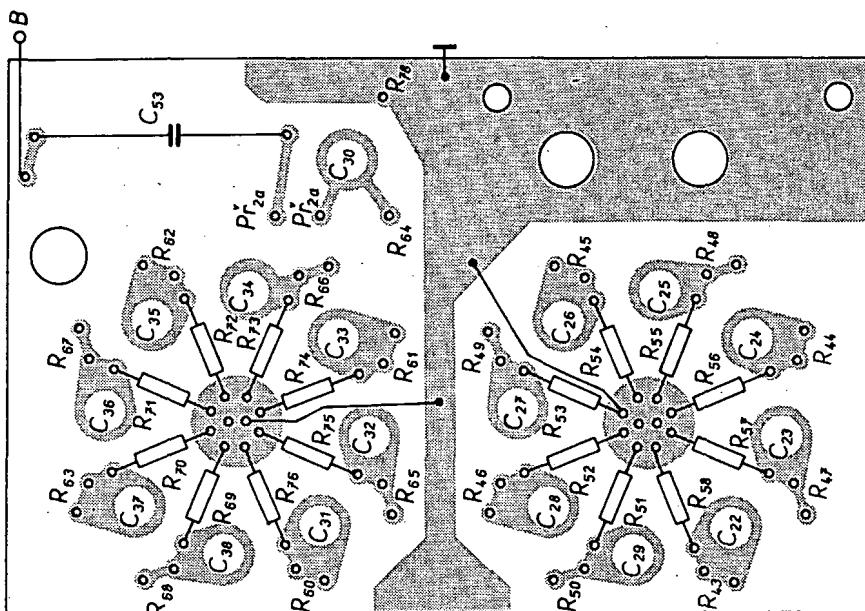
Obrazovka

Při konstrukci amatérských osciloskopů byly zpravidla používány malé obrazovky o $\varnothing 7$ cm. Kromě rozměrů asi hrála roli i skutečnost, že u větších obrazovek je zpravidla předepisováno velké anodové napětí (i několik tisíc voltů) a udávaná vychylovací citlivost je malá. Začneme-li v tomto směru experimentovat, zjistíme, že při postačující ostrosti a jasnosti stopy lze anodové napětí podstatně snížit (až na 1 až 1,5 kV) a že se přitom zvětší citlivost obrazovky natolik, že je možno použít i koncové zesilovače s tranzistory KF504. V popisovaném přístroji byla použita obrazovka DG10-54 s průměrem stínítka 100 mm. Napětí $U_{a2} = 1\ 000$ V a $U_{a3} = 1\ 500$ V, přičemž potenciál vychylovacích desek je na úrovni napětí U_{a2} . Při tomto anodovém napětí má obrazovka citlivost asi 1,6 mm/V pro vertikální desky a 1,4 mm/V pro horizontální desky. Při této citlivosti obrazovky bylo dokonce možno zmenšit napájecí napětí koncových stupňů zesilovače, zmenšit odpory koncových tranzistorů a rozšířit tak přenášené kmitočtové pásmo. V přístroji byly dále vyzkoušeny obrazovky 8LO29 a B10S3. Vychylovací citlivost byla u těchto obrazovek menší, ale i tak bylo možno snadno dosáhnout rozsahu paprsku přes celé stínítko. Lze předpokládat, že při napájecím napětí koncových stupňů 150 V je možno v přístroji použít většinu symetrických obrazovek se stínítkem o $\varnothing 70$, 100 i 135 mm (tedy i naši obrazovku 12QR50).

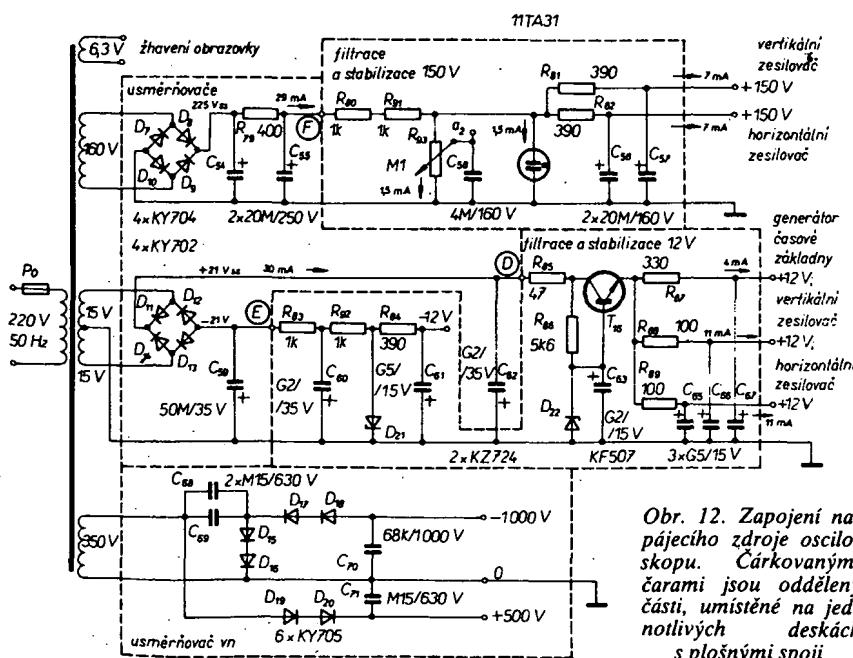
Snad bude vhodné uvést několik všeobecných zásad, podle nichž lze odhadnout některé vlastnosti obrazovky i při její zběžné prohlídce. Jak již bylo uvedeno, závisí citlivost obrazovky na velikosti použitého anodového napětí; záleží na přesnosti a propracování zaostřovacího systému. S dokonalejším zaostřovacím systémem je elektronkový paprsek ostrý a stopa dostatečně jasná i při



Obr. 10. Zapojení vstupního děliče vertikálního zesilovače



Obr. 11. Deska s plošnými spoji vstupních děličů



Obr. 12. Zapojení napájecího zdroje osciloskopu. Čárkovánými čarami jsou odděleny části, umístěné na jednotlivých deskách s plošnými spoji

menším anodovém napětí. Citlivost je též závislá na geometrii vychylovacích desek. Jsou-li vychylovací desky delší, dleží působit na elektronový paprsek vychylující elektrostatické pole a vychýlení je větší. Konečně záleží citlivost také na poměru průměru stínítka k délce obrazovky. Při stejném úhlu vychýlení paprsku je u delší obrazovky, jež má větší poměr délky k průměru stínítka, větší obrázek na stínítku při jinak stejných podmínkách.

Zdroj

Zapojemí napájecích obvodů (obr. 12) je běžné a nepotřebuje bližší vysvětlení. Za zmínu snad stojí pouze to, že zdroj vysokého napětí pro obrazovku je zapojen jako ztrojovač napětí. Dvojnásobným napětím je napájena anoda a_2 a trojnásobným a_3 . Proti zemi má katoda obrazovky záporné napětí -1000 V a $a_3 +500\text{ V}$. Použijeme-li obrazovku bez a_3 , je možno vypustit diody D_{19} , D_{20} a kondenzátor C_7 . Zdroj je pak zapojen jako zdroj ztrojovače napětí.

Sítový transformátor je navinut na jádru typu EI, střední sloupek má rozměry 25×25 mm. Je třeba věnovat pozornost dobré izolaci žhavicího vinutí pro obrazovku (musí snést s dostatečnou bezpečností anodové napětí obrazovky).

Síťový transformátor má tato vinutí:
primární

220 V - 1540 z, drát CuL o \varnothing 0,20 mm;
sekundární
1. 350 V - 2500 z, drát CuL o \varnothing 0,08 mm;
2. 160 V - 1150 z, drát CuL o \varnothing 0,18 mm;
3. 2 x 15 V - 2 x 108 z, drát CuL
o \varnothing 0,22 mm;

4. 6,3 V - 46 z, drát CuL o \varnothing 0,6 mm.
Zdroj je sestaven na čtyřech deskách s plošnými spoji (obr. 13 až 16).

Zapojení obrazovky DG10-54 je na obr. 17. Pro jiný typ použité obrazovky je nutno zapojení přizpůsobit.

zápojení přípusob
Použité součásíky

Kromě obrazovky jsou všechny součástky použité v přístroji běžně dostupné na trhu. Na místě potenciometrů P_1 až P_8 jsou použity potenciometry typu TP 052, a to z rozměrových důvodů. Potenciometry P_1 a P_8 jsou upevněny izolovaně od kostry. Příslušné knoflíky musí být jakostní, aby bezpečně snesly anodové napětí obrazovky. Plošné spoje jsou navrženy pro použití odporů TR 152, avšak téměř na všech místech je možno použít i odpory TR 151, případně TR 112a nebo WK 650 53. Odpor děliče R_{50} a R_{48} jsou typu TR 153 pro jejich větší přípustné napětí.

Mechanická konstrukce

Jak již bylo naznačeno, modulová koncepce umožňuje stavbu přístrojů v nejrůznějších formách. Je však třeba si uvědomit, že při stavbě osciloskopu je vždy velkým problémem dokonalé stinění obrazovky proti rozptylovým polím. Elektrické pole je možno odstínit jakýmkoli uzeměným kovovým krytem s dobrou vodivostí; horší je to s polem magnetickým. Podle praktických zkušeností, které se velmi dobře shodují s údaji uvedenými v [3], naprostě nestačí kryt z ocelového plechu tloušťky 1 až 1,5 mm, jak bývá v této souvislosti v různých návodech uváděno. Stínící účinek takového krytu je [3] asi 5 dB, což je málo. Dokonalého stinění je možno dosáhnout krytem z magneticky měkkého materiálu s vysokou relativní permeabilitou, jakým je např. permaloy. To je ovšem řešení pro amatéra jen těžko dostupné. Je proto třeba věnovat velkou pozornost umístění síťového transformátoru (hlavního zdroje

rušivých magnetických polí) v přístroji. Nejlepé tu pomůže praktická zkouška. Zapojíme obrazovku tak, aby na stínítku byl svítící bod a najdeme takovou polohu transformátoru, kdy je deformace tohoto bodu nejmenší. Při stísnění konstrukci bude asi nejvhodnější umístit transformátor za obrazovku tak, aby se osa transformátoru a osa obrazovky shodovaly. Toto řešení bylo použito např. v [4].

Umístění sítového transformátoru v popisovaném přístroji bylo určeno délkou obrazovky a stíněnou montáži. Při prvních zkouškách se ukázalo, že rozptylové pole transformátoru způsobuje pohyb bodu na stínítku s rozkmitem asi 7 mm, a to i přesto, že obrazovka byla v ocelovém krytu s tloušťkou stěny 1,5 mm (při snížování anodového napětí obrazovky se zvětšuje její vychylovací citlivost, což je příznivé; zvětšuje se však i citlivost k rušivým rozptylovým polím, které se v okolí obrazovky vyskytují). Takto by byl přístroj nepoužitelný. Po různých pokusech byla nakonec použita kompenzace rušivého pole. Mezi obrazovku a transformátor byl umístěn malý transformátor (1,5 W), který byl natočen tak, aby jeho rozptylové pole působilo opačně, než pole transformátoru velkého. Zároveň se změnou polohy kompenzačního transformátoru byl měněn proud procházející jeho vinutím (potenciometrem 2 k Ω). Po nastavení transformátor zajistíme v optimální poloze a potenciometr nahradíme pevným odporem vyzkoušené hodnoty. S taktou provedenou kompenzací nebyly u stopy na stínítku pozorovatelné rušivé vlivy.

Skříňka přístroje je z hliníkového plechu. Je-li vnitřek skříňky natřen matným černým lakem, není třeba dělat větrací otvory; stačí povrchové chlazení přístroje. Celkový příkon osciloskopu není velký (asi 10 W). Skříňka by mohla být i dřevěná, bylo by však nutno vylepit zevnitř stěnu kolem vstupních děličů a zesilovačů stínici hliníkovou fólií a tu uzemnit. Skříňka by musela mít větrací otvory. Ať už je řešení jakékoli, musí být dokonale vzájemně stíněny oba vstupní děliče a zesilovače.

Konstrukce osciloskopu, postaveného autorem, je patrná z obrázků na 3. straně obálky.

Oživování a uvádění do chodu

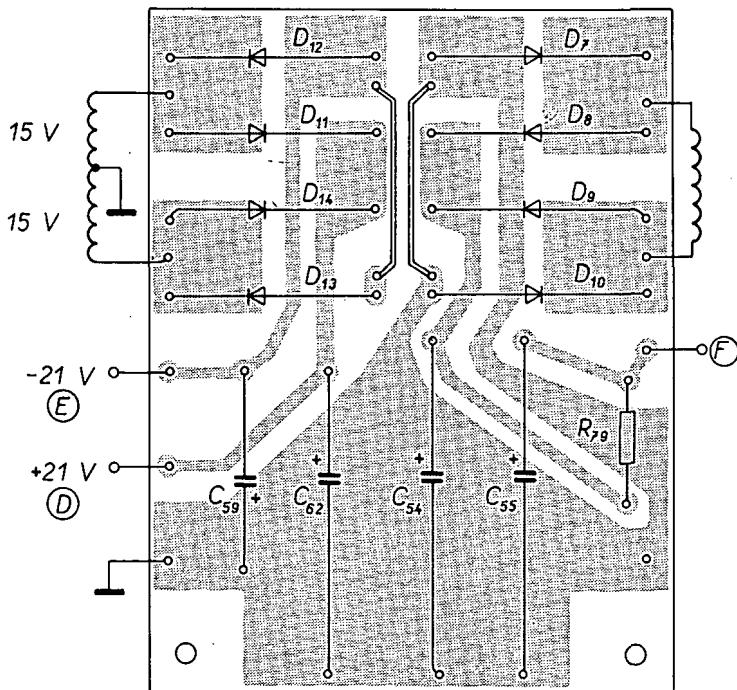
Nejprve oživíme a nastavíme funkční celky na jednotlivých deskách a teprve pak začneme s montáží přístroje. Postupovat bychom měli od napájecího zdroje; potom by měly následovat obvody obrazovky, časové základny a zesilovačů. Při použití dobrých (proměřených) součástek a při pečlivé práci by se neměly vyskytnout problémy. Závěrečnou prací je kompenzace kmitočtové závislosti vstupních děličů. Aby bylo toto nastavení umožněno, nesmíme zapomenout na otvory, umožňující přístup ke kapacitním trimrům C_{22} až C_{38} . K nastavování postačí Avomet a signální generátor s obdélníkovitým průběhem výstupního napětí. Kdo má možnost použít osciloskop, bude mít práci usnadněnou.

Závěrem je nutno upozornit, že v přístroji se používají vysoká napětí, která mohou být životu nebezpečná. Zvláště při experimentování musíme mít tuto skutečnost stále na mysli.

Seznam součástek

Zesilovač – deska J 508 (použity dva kusy).

Odpory



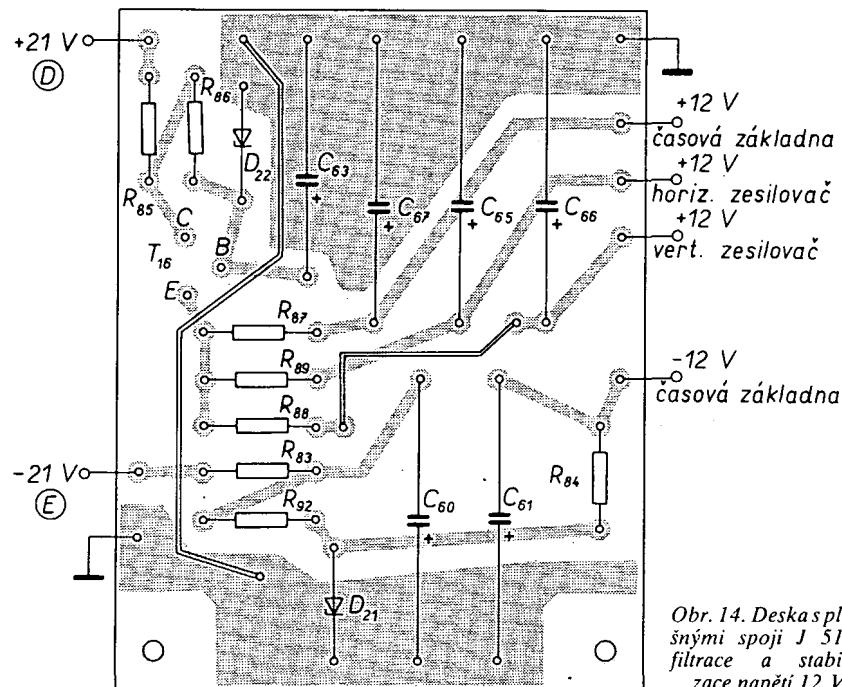
Obr. 13. Deska s plošnými spoji J 513 usměrňovačů

R_4	18 k Ω ; TR 152
R_5	68 k Ω ; TR 152
R_6	10 k Ω ; TR 152
R_7	10 k Ω ; TR 152
R_8	1,8 k Ω ; TR 152
R_9	2,2 k Ω ; TR 152
R_{10}	22 k Ω ; TR 153
R_{11}	22 k Ω ; TR 153
R_{12}	68 Ω ; WK 650 53
R_{13}	1 k Ω ; TR 152
R_{14}	1 k Ω ; TR 152
R_{15}	22 k Ω ; trimr TP 015
P_1	47 k Ω ; potenciometr TP 052
P_2	1,5 k Ω ; potenciometr TP 052
<i>Kondenzátory</i>	
C_1 až C_3	0,1 μ F/40 V, keramický
C_4	nutno vyzkoušet, sídrový

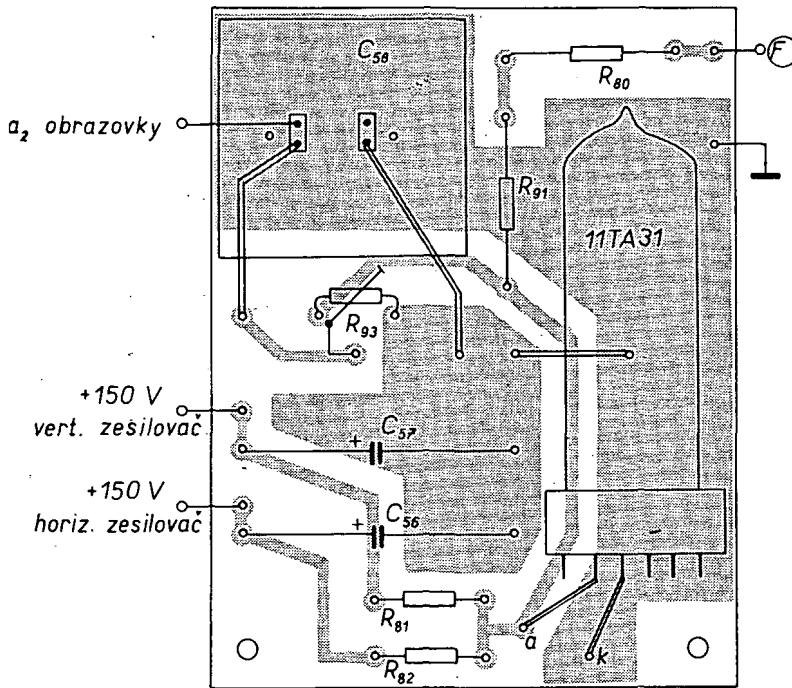
<i>Polovodičové součástky</i>	
T_1	KF 520 (KF521)
T_2 až T_4	KC508 (KC509, KC507)
T_5 , T_6	KF504
D_1 až D_3	KA206

Časová základna – deska J 509 a J 510

<i>Odpoř</i>	
R_{16}	47 Ω ; WK 650 53
R_{17}	10 k Ω ; TR 152
R_{18}	2,2 k Ω ; TR 152
R_{19}	5,6 k Ω ; TR 152
R_{20}	68 k Ω ; TR 152
R_{21}	5,6 k Ω ; TR 152
R_{22}	100 Ω ; TR 152
R_{23}	5,6 k Ω ; TR 152



Obr. 14. Deska s plošnými spoji J 514, filtrace a stabilizace napětí 12 V

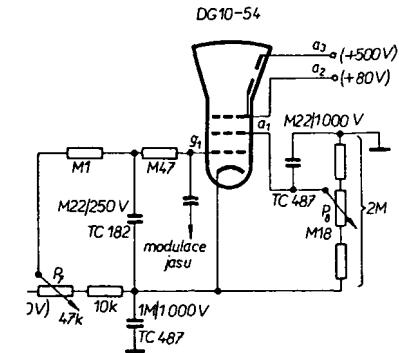


Obr. 15. Deska s plošnými spoji J 515, filtrace a stabilizace napětí 150 V

R_{24}	390 k Ω ; TR 152
R_{25}	470 k Ω ; TR 152
R_{26}	1 k Ω ; TR 152
R_{27}	2,2 k Ω ; TR 152
R_{28}	1 k Ω ; TR 152
R_{29a}	100 k Ω ; trimr TP 015
P_3	10 k Ω ; potenciometr TP 052
P_4	10 k Ω ; potenciometr TP 052
<i>Kondenzátory</i>	
C_5	5 μ F/35 V; TE 986
C_6	100 μ F/15 V; TE 984
C_7	20 μ F/15 V; TE 984
C_8	500 μ F/15 V; TE 984
<i>Polovodičové součástky</i>	
T_1, T_2	KS500
T_8, T_{10}	KCS508

Časová základna – deska J 511 (alternativně)

<i>Odpor</i>	
R_{29}	0,22 M Ω ; TR 152
R_{30}	82 k Ω ; TR 152
R_{31}	18 k Ω ; TR 152
R_{32}	5,6 k Ω ; TR 152
R_{33}	6,8 k Ω ; TR 152
R_{34}	18 k Ω ; TR 152
R_{35}	18 k Ω ; TR 152
R_{36}	270 Ω ; TR 152
R_{37}	10 k Ω ; TR 152
R_{38}	3,9 k Ω ; TR 152
R_{39}	3,9 k Ω ; TR 152
R_{40}	47 k Ω ; TR 152



Obr. 17. Zapojení obvodů obrazovky typu DG-10-54 (pro jiný typ je nutno zapojení upravit)

R_{41}	10 k Ω ; TR 152
R_{42}	39 k Ω ; TR 152
P_5	4,7 k Ω ; potenciometr TP 052
P_6	100 k Ω ; potenciometr TP 052
<i>Kondenzátory</i>	
C_9	0,1 μ F/160 V; TC 181
C_{10}	100 μ F/15 V; TE 984
C_{11}	100 μ F/100 V; styroflexový
C_{12}	200 μ F/15 V; TE 984
C_{12a}	1,5 nF/100 V; styroflexový
<i>Polovodičové součástky</i>	
T_{11} až T_{15}	KS500

Kondenzátory časové základny – deska J 510

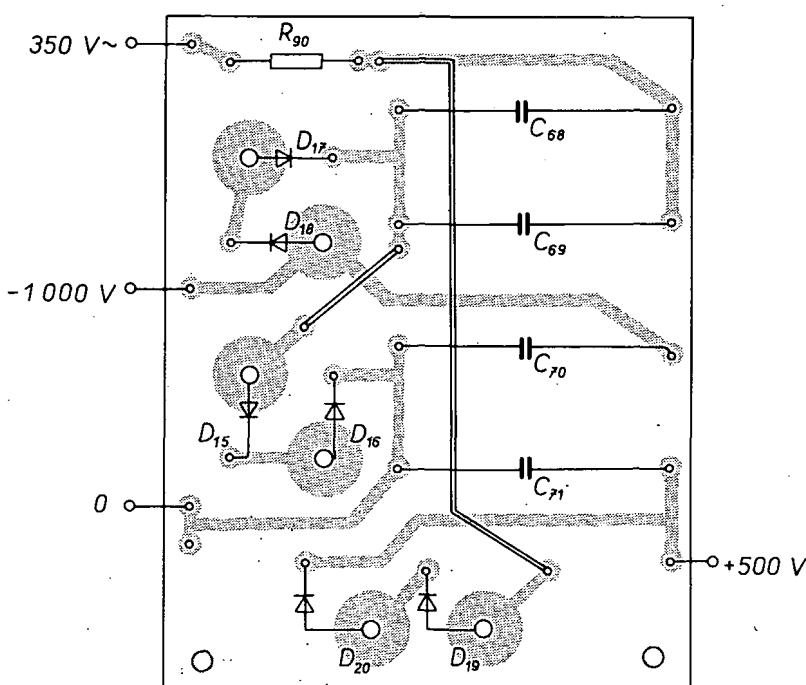
C_{13}	10 μ F/35 V; TE 986
C_{14a}	2 μ F/100 V; TC 180
C_{14b}	1 μ F/100 V; TC 180
C_{15}	1 μ F/100 V; TC 180
C_{16}	0,33 μ F/100 V; TC 180
C_{17}	0,1 μ F/160 V; TC 181
C_{18}	33 nF/160 V; TC 181
C_{19}	10 nF/160 V; TC 181
T_{20}	3,3 nF/250 V; TC 182
C_{21}	1 nF/630 V; TC 184

Napájecí zdroj – desky J 513 až J 516

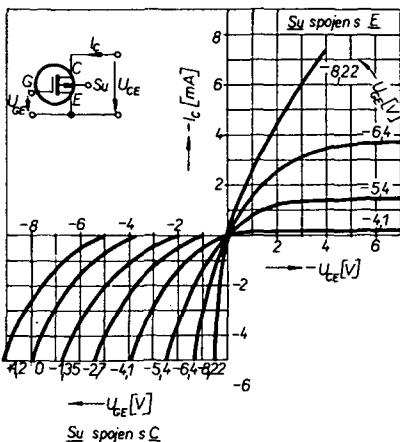
<i>Odpor</i>	
R_{79}	390 Ω ; TR 153
R_{80}	1 k Ω ; TR 154
R_{81}	390 Ω ; TR 152
R_{82}	390 Ω ; TR 152
R_{83}	1 k Ω ; TR 152
R_{84}	390 Ω ; TR 152
R_{85}	47 Ω ; WK 650 53
R_{86}	5,6 k Ω ; TR 152
R_{87}	330 Ω ; TR 152
R_{88}	100 Ω ; TR 152
R_{89}	100 Ω ; TR 152
R_{90}	1 k Ω ; TR 154
R_{91}	1 k Ω ; TR 152
R_{92}	trimr 100 k Ω ; TP 015

<i>Kondenzátory</i>	
C_{44}	20 μ F/250 V; TC 968
C_{55}	20 μ F/250 V; TC 968
C_{56}	20 μ F/160 V; TE 990
C_{57}	20 μ F/160 V; TE 990
C_{58}	4 μ F/160 V; TC 455
C_{59}	50 μ F/35 V; TE 986
C_{60}	200 μ F/35 V; TE 986
C_{61}	500 μ F/15 V; TE 984
C_{62}	200 μ F/35 V; TE 986
C_{63}	200 μ F/15 V; TE 984
C_{64}	500 μ F/15 V; TE 984
C_{65}	500 μ F/15 V; TE 984
C_{66}	500 μ F/15 V; TE 984
C_{67}	0,15 μ F/630 V; TC 184
C_{68}	0,15 μ F/630 V; TC 184
C_{69}	68 nF/1000 V; TC 185
C_{71}	0,15 μ F/630 V; TC 184

<i>Polovodičové součástky</i>	
D_{16}	KF507
D_7 až D_{10}	KY704
D_1 až D_{14}	KY702
D_5 až D_{20}	KY705



Obr. 16. Deska s plošnými spoji J 516 usměrňovače vnitřního



Obr. 3. Charakteristiky KF552

části měřicího přístroje jsou upevněny na čelním panelu (z organického skla), který je slepěn ze dvou částí a z vnitřní strany polepen snímací hliníkovou fólií. Osazený panel se do skřínky přístroje vkládá zepředu a je k ní přišroubován z vnitřní strany. Zadní panel je též z organického skla a slouží jako držák baterií. Do skřínky se vkládá ze zadu. Skřínka a zadní víko jsou vyrobeny z pocinovaného železného plechu o tloušťce 0,8 mm. Vnitřní úchytky obou panelů jsou ke skřínce připájeny. K úchytům jsou připájeny mosazné destičky tloušťky 2 mm, v nichž je vyříznut závit M3. Celá skřínka se zadním víkem je potažena samolepicí tapetou (s imitací dřeva). Na vnější části předního panelu je matná bílá samolepicí tapeta. Nápis jsou provedeny obtisky „Propisot“. Knofliky potenciometrů jsou z magnetofonu B44, ovládaci prvek rádiče je upraven z knofliku z televizního kanálovému voliči.

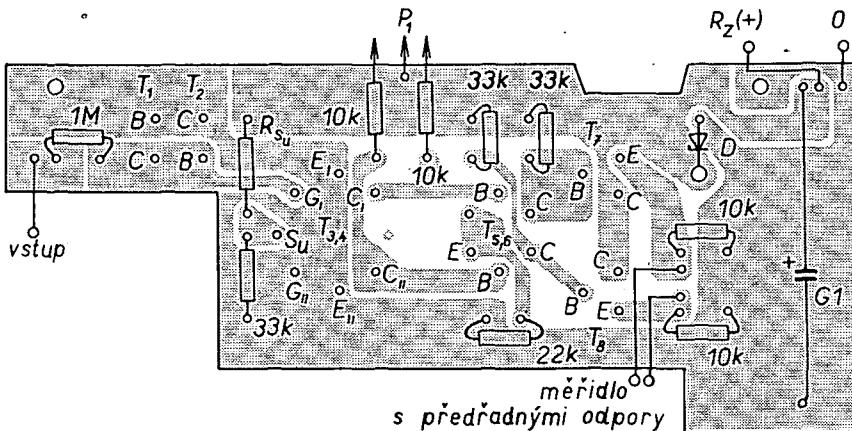
Použití přístroje

Přístroj se zapíná spínačem spráženým s potenciometrem P_x (vpravo nahore). Potenciometrem P_1 (vlevo nahore) se nastavuje elektrická nula přístroje (je možné ji nastavit po celé délce stupnice).

Ovládacím prvkem rádiče nastavujeme potřebný rozsah napětí, proudu nebo odporu. V poloze pro měření odporu je ručka měřidla u pravého okraje stupnice; při zkrotovaných vstupních svorkách nastavíme potenciometrem P_1 ručku na nulu, při rozpojených vstupních svorkách nastavíme ručku na příslušnou značku.

Vstup přístroje je vyveden na dvě zdírky a zároveň na tříkolískový konektor. Na třetí kolík konektorového vstupu je vyvedeno nestabilizované napájecí napětí.

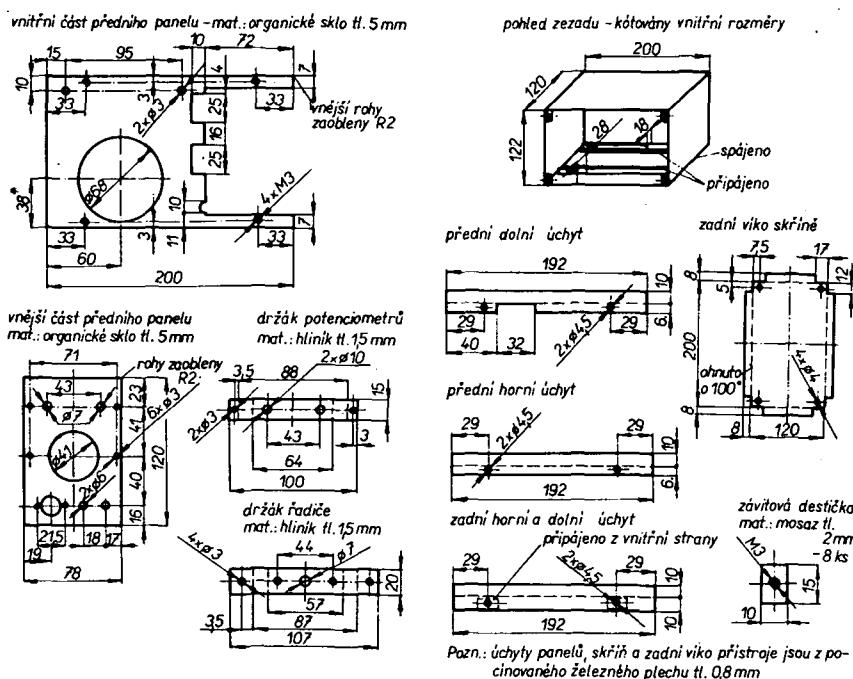
Konektorový vstup umožnuje připojení sondy v_f , měřiče síly pole, sacího měřiče apod., přičemž přístroj slouží jako indikátor a napájecí zdroj.



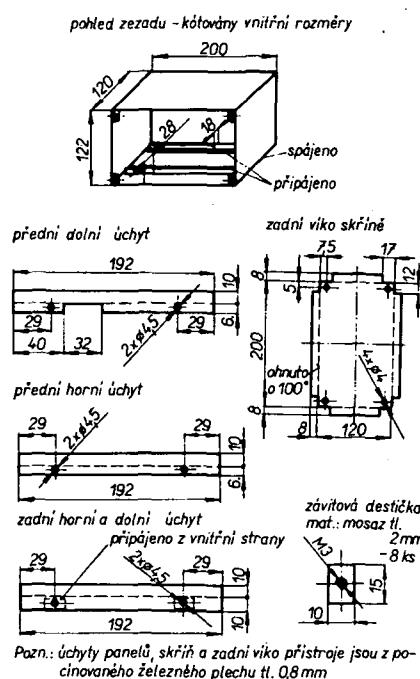
Obr. 4. Deska s plošnými spoji J 517 měřicího zesilovače

Použité součástky

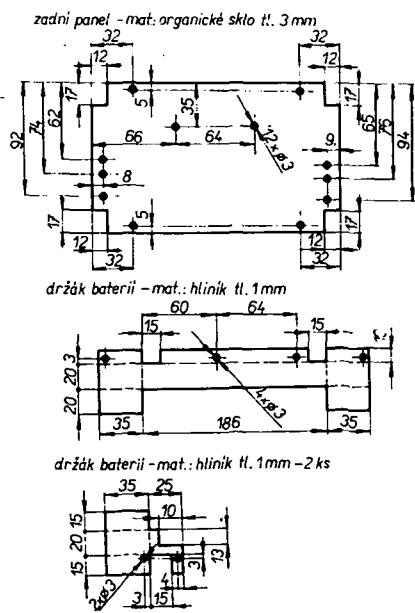
Odpory vstupní části (viz text)	
R_1	6,66 M Ω
R_2	2,33 M Ω
R_3	666 k Ω
R_4	233 k Ω
R_5	66,6 k Ω
R_6	23,3 k Ω
R_7	6,66 k Ω
R_8	2,33 k Ω
R_9	666 Ω
R_{10}	333 Ω
R_{11}	9,9 M Ω
R_{12}	90 k Ω
R_{13}	9 k Ω
R_{14}	990 Ω
R_{15}	10 Ω
R_{16}	9 k Ω
R_{17}	0,0333 Ω
R_{18}	0,1 Ω
R_{19}	0,333 Ω
R_{20}	1,00 Ω
R_{21}	3,33 Ω
R_{22}	10,0 Ω
R_{23}	33,3 Ω
R_{24}	100 Ω



Obr. 5. Díly předního panelu



Obr. 6. Díly skřínky a zadní víko



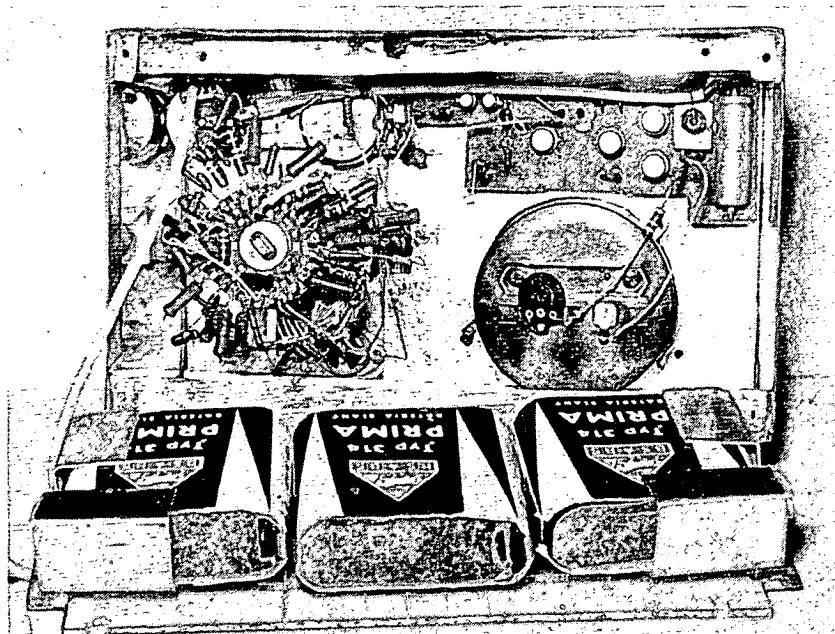
Obr. 7. Zadní panel a držák baterií

R_{25}	333 Ω
R_{26}	1,00 k Ω
R_{27}	10,0 M Ω
P_x	potenciometr 1 k Ω lineární s vypínačem

Vybírané odpory měřicího zesilovače
údaje jsou pouze informativní, odpory je nutno vybrat podle vlastnosti použitých polovodičových prvků)

R_6	22 k Ω
R_{56}	40 k Ω
R_{41}	1,8 k Ω
R_{42}	0,22 M Ω

Údaje ostatních součástek zesilovače jsou ve schématu na obr. 2.



Obr. 8. Pohled na hotový přístroj po odebrání zadní stěny

V- μ Ametr s rozvaděčovým měřidlem

Ing. Lubor Závada

Byl jsem okouzlen tranzistorovým měřidlem tovární výroby, v němž byl jako měřicí přístroj použit rozvaděčový miliampérmetr s citlivostí 2 mA. Tajemství přístroje bylo v použití komplementárních dvoustupňových zesilovačů symetricky zapojených jako rozdílový zesilovač a osazených tranzistory 2 x 102NU71 a 2 x GC501. Napájecí napětí bylo 12 V. Přístroj fungoval výborně.

V době nedostatku citlivých měřicích přístrojů se základním rozsahem 50 až 200 μ A, které se obvykle v tranzistorových voltmetrech používají, a při dostatku výprodejních přístrojů méně citlivých se tu ukázala zajímavá možnost jejich využití pro kutily.

Měl jsem velmi pěkný miliampérmetr 120 x 120 mm s citlivostí systému 2 mA a se stupnicí 250 dílků. Ležel ladem a tak jsem začal s pokusy o jeho oživení v tranzistorovém voltmetru. Po řadě pokusů (celkem zdařilých) s dvoustupňovými zesilovači jsem nakonec použil jednostupňový zesilovač s tranzistorem KC510. Zjednodušením se získala větší spolehlivost, aniž by to bylo na újmu funkce přístroje.

Než byl přiveden na svět spolehlivě pracující přístroj s dobrou shodou s původní stupnicí, byl popsán celý sešit zápisů o zkouškách. Kreslení stupnice v amatérských podmírkách je totiž jednou z nej obtížnějších prací a výsledek nebývá úměrný námaze.

Podmínky pro použití malé citlivého měřidla

Aby mohlo být s úspěchem použito malé citlivé měřidlo pro tranzistorový voltmetr, je nutno u použitého zesilovače splnit tyto podmínky:

- velké proudové zesílení,
- linearity zesilovače v poměrně značném rozsahu proudových hodnot,
- stálost nuly a přesný návrat ručky přístroje po měření veličin v okolí maximální výchylky zpět na nulu.

Tyto podmínky jsem splnil takto.

Použil jsem tranzistorovou dvojici KC510, u níž každý z tranzistorů měl proudový zesilovační činitel nakrátko v pracovním bodě zesilovače asi 600.

Pro dosažení potřebné linearity bylo nutno použít několikanásobně větší celkový proud zesilovače, než je proud potřebný pro plnou výchylku měřidla. V mém případě byl celkový odběr 15 mA, tedy na jednu větev 7,5 mA. Citlivost měřidla byla 2 mA. Zvětšovat proud zesilovače nad tento poměr se neukázalo účelně.

Při těchto podmínkách byl průběh stupnice v 85 % její délky lineární s odchylkami maximálně $\pm 2 \%$, pouze na konci stupnice byla chyba -3% . Tyto hodnoty jsou více než příznivé.

Stálost nuly a hlavně návrat ručky na nulu po měření s plnou výchylkou byly dosaženy

použitím dvojitého tranzistoru KC510. Původně se zdálo výhodné použít párovaných tranzistorů KC508, neboť mají jednak velké proudové zesilovační činitel nakrátko, jednak se snadněji vyberou dva shodné tranzistory. Při zkouškách se však projevilo pomalé ustalování ručky v oblasti maximální výchylky a po odpojení se ručka nevracela na nulu; výchylka se zmenšila na hodnotu blízkou nule, ale trvalo dosti dlouho, než se ručka vrátila úplně. Příčinou bylo nestejně ohřátí tranzistorů (stačí k tomu již rozdíl proudů 2 mA); tím se změnily jejich parametry a porušilo se využití můstku. Při použití dvojitého tranzistoru KC510 se tento nedostatek neprojevil.

Napájení zesilovače tranzistorového voltmetru

Zesilovač odebírá ze zdroje poměrně značný proud, kromě toho musí být napájeti napětí vyšší než u tranzistorových voltmetrů s citlivými měřidly. Zesilovač je také citlivý na změny napájecího napětí. Stabilizovat napájení z baterie by bylo zbytečně nákladné, a proto jsem použil miniaturní síťový napáječ s napětím 9 V. Je to pouze z důvodu nevýhoda – jedná se totiž o přístroj dosti rozložený, používaný stabilně na pracovním stole. Není ovšem problém napájet přístroj např. ze šesti monočlánků; pokládám však síťové napájení za výhodnější a také levnější řešení. Napáječ je do přístroje trvale vestaven.

Výběr tranzistorového páru KC510 pro zesilovač

Pro správnou činnost přístroje je nezbytné, aby oba tranzistory měly prakticky stejný proudový zesilovační činitel nakrátko, a to v pracovním bodě zesilovače (v našem případě při napětí 6 V a proudu 7,5 mA). Nelze použít údaje získané měřením při malých kolektoričích proudech, neboť v této oblasti je proudový zesilovační činitel nakrátko u křemíkových tranzistorů poměrně malý. Také průběh proudového zesilovačního činitela nakrátko v závislosti na kolektoričím proudu je u jednotlivých tranzistorů odchylný.

Proto je nutné měřit jej v předpokládaném pracovním bodě. Nejlépe je použít ke kontrole obou systémů zkoušeče tranzistorů TESLA; informativní a dostatečně přesné hodnoty získáme i při použití zkoušeče tranzistorů, popsaného v AR 10/1972 (článek Tranzistorový voltampérmetr a mikroampérmetr), popř. metodou, kterou jsem uvedl v AR 9/1974.

Důležité je, aby proudový zesilovač činitel nakrátko v zapojení se společným emitem byl u obou tranzistorů dostatečně velký (větší než 500).

Z vlastní zkušenosti vím, že jen málokterý dvojitý tranzistor má oba tranzistory shodné. Ve vzorku přístroje mají oba tranzistory $\alpha = 600$. Výběr se podařil z osmi kusů. Pro jistotu byly provedeny zkoušky s KC510, jež tuto podmíinku nesplňovaly a opravdu pro přístroj nevyhověly, ač bylo provedeno mnoho zkoušek, jak je učinit upotřebitelnými. Samozřejmě lze použít dvojitýho tranzistoru KCZ59 (viz AR 8/1974). Velký proudový zesilovač činitel nakrátko α a jeho stejná velikost u obou sduzených tranzistorů je však podmínkou.

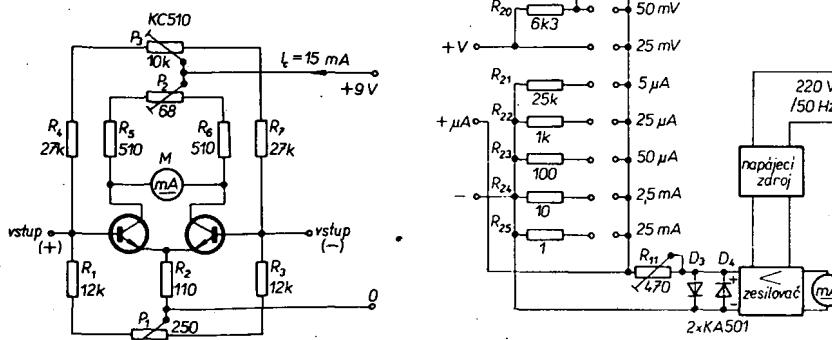
Zesilovač tranzistorového voltmetru

Schéma zesilovače je na obr. 1. Zapojení je zcela prosté. Protože pro přístroj bylo nutno dosáhnout co největšího zesílení, není v zesilovači zavedena žádná záporná zpětná vazba; proudové zesílení (počítáno od vstupu až k měřicímu přístroji) bylo u vzorku asi 520. Přitom se neprojevila ani nestabilita nuly, ani nepřípustné velká nelinearity. Velká citlivost zesilovače si však vyžádala tři prvky k nastavení nuly, neboť jinak je regulační příliš hrubá. Pro nulování vyvedené na vnější desku přístroje je vhodný potenciometr P_2 . Zkouška a nastavování zesilovače je obdobné jako u konstrukce, uveřejněné v AR 9/1974 a nepokládám za nutné je opakovat. Nutné však je měřit celkový proud odebírány zesilovačem a nastavit jej na vhodnou velikost (asi 15 mA). V zesilovači doporučují použít odpory s kovovou vrstvou (R_2, R_5 a R_6 na zatížení 0,5 W).

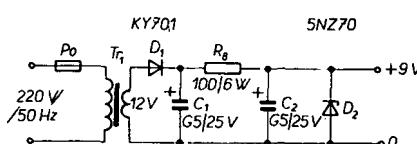
Proudový odber nastavíme změnou (souhlasnou) odporů v děličích R_1, R_4 a R_3, R_7 . Zvětšováním odporů R_1 a R_3 se proud zesilovače napřízdrozno zvětší.

Napájecí pro zesilovač

Zapojení je na obr. 2. Ve vzorku byl použit výstupní transformátor bez neznámého průvodu, jehož sekundární vinutí bylo převinuto na 12 V. Zkouška vhodnosti výstupního transformátoru (z elektronkového přijímače) je prostá. Primární vynutí se připojí přes odpor asi 2 k Ω na síť a sleduje se oteplování odporu (proto je vhodný odpor s větší zatížitelností).



Obr. 1. Schéma zesilovače



Obr. 2. Zapojení napájecího zdroje

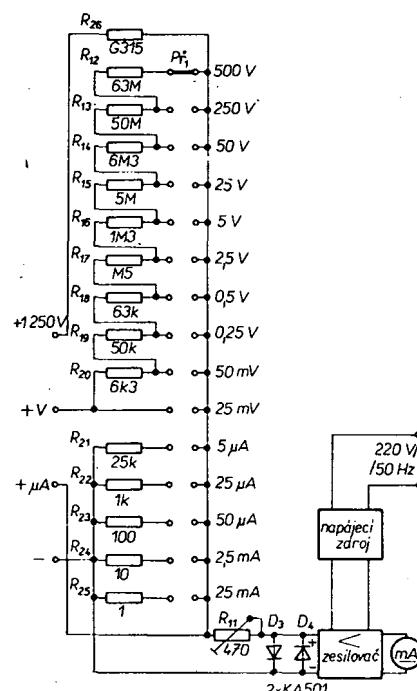
Nezahřívá-li se odpor, připojíme primární vinutí výstupního transformátoru přímo na síť. Nezahřeje-li se trafo příliš asi během hodiny, můžeme jej použít. Sekundární napětí má být alespoň 8 V; je-li napětí menší, přivineme další závity drátem CuL o Ø 0,2 až 0,25 mm (pozor na dokonala izolaci od primárního vinutí). Plechy není nutné skládat střídavě, stačí vyjmout vložku, tvorící mezeru v magnetickém obvodu, a nahradit ji kondenzátorovým papírem (z důvodu izolace plechů). V přístroji lze použít jakýkoli transformátor se sekundárním napětím od 8 do 12 V (v případě potřeby můžeme poněkud změnit odpor R_8). Elektrolytický kondenzátor C_2 může být i na menší napětí (např. 12 V). Dioda D_1 může být libovolná (pro proud do 0,5 A), Zenerovu diodu 5N70 (D_2) je vhodné opatřit chladičem. Dvojcestné usměrnění se čtyřmi diodami se však při zkoušce ukázalo jako zbytečné.

Napájecí napětí 9 V bylo zvoleno z toho důvodu, aby bylo možno přístroj napájet i ze dvou plochých baterií nebo šesti monočlánků.

Celkové zapojení tranzistorového voltmetru a mikroampérmetru

Schéma je na obr. 3; dosud popsané obvody jsou doplněny ochrannými diodami, sadou předřadních odporek voltmetru a sadou bočníku pro použití přístroje jako mikroampérmetru.

V ochranném bloku byly použity diody KA501 a plně se osvědčily na rozdíl od



Obr. 3. Celkové zapojení přístroje

zkušeností, popsaných v článku F. Smoly (AR 8/1974), který doporučuje použít typ KA503. Snad jsem měl větší štěstí při nákupe. Činnost ochrany byla vysvětlena v již zmíněném AR 9/1974 a nebudu ji proto opakovat. Jako přepínač byl použit dvanáctipolohový přepínač z výrodeje (za 10 Kčs). Vyhoví každý dobrý přepínač; bude-li mít méně poloh, bude nutno omezit počet rozsahů.

V přístroji jsem volil větší počet rozsahů, aby běžná napětí bylo možno měřit při výhýbce ručky v okolí 150. dílku, kde je přesnost největší (tam byl přístroj cejchován).

I když je to méně vhodné z důvodu výrobních, radil jsem předřadné odpory na předřadních rozsahů do série. Při samostatných odporech by bylo cejchování snazší a případnou změnou jednoho odporu by se změnil jen jeden rozsah, kdežto při sériovém zapojení předřadních odporů změna jednoho odporu ovlivní všechny další (vyšší) rozsahy. Tento způsob zapojení má však výhodu v menším počtu velkých odporů a zmenšuje napěťové namáhání izolačního materiálu přepínače mezi kontakty. V použitém zapojení je největší rozdíl napětí mezi sousedními kontakty jen 250 V.

Protože přístroj má být používán také při opravě TVP, je opatřen rozsahem 1 250 V, který má z izolačních důvodů samostatný vývod. Na tomto rozsahu lze měřit účinnostní napětí.

Odpory jsou při cejchování skládány do série i paralelně. Je vhodné použít delší dobu skladované odpory (pokud ovšem mají dobré výkony a vzhled), které jsou vystárlé.

Megaohmové odpory je dobré volit alespoň na zatížení 0,5 W (z důvodu napěťového namáhání odporů); čím jich bude v sérii více, tím lépe. Odpor pro rozsah 1 250 V jsem např. složil z 11 odporů označených 29 M Ω (z výrodeje). S opatřováním velkých odporů jsou obvykle potíže. Chápu snahu autorů používat vstupní děliče i pro tranzistorové voltmetry; výhoda děliče pro malý odber přístroje při měření napětí je však velmi omezená.

Popisovaný přístroj má vstupní odpor voltmetru 13,2 M Ω již při rozsahu 50 V; při tomto rozsahu je tedy lepší než elektronkový voltmetr nebo tranzistorový voltmetr se vstupním děličem o příčném odporu 10 M Ω a při dalších rozsazích jeho vnitřní odpor dále stoupá. U malých napětí menší vnitřní odpor přístroje zpravidla nevadí, neboť je měříme obvykle na zdrojích o malém vnitřním odporu.

Důležitá je i skutečnost, že popsaný přístroj, jako ostatně každý tranzistorový voltmetr s předřadními odpory, odebírá při měření vždy proud, odpovídající výhýbce ručky měřidla, který je stejný na všech rozsazích, a je tedy možnost (pokud by to bylo nutné) jednoduché korekce. Při použití vstupního děliče je na každém rozsahu odeběr proudu jiný. Kromě toho lze daleko snadněji ocejchovat předřadné odpory pro jednotlivé rozsahy než zhotovovat dostatečně přesný vstupní dělič.

Cejchování přístroje

Cejchování napěťových i proudových měřicích rozsahů je běžné.

Než přistoupíme k cejchování, je důležité alespoň informativně se přesvědčit o linearitě stupnice.

Nejsnadněji se to provede při použití nové ploché baterie. Při plném napětí (tři články v sérii – úmyslně neuvádím 4,5 V, neboť

v praxi se vyskytují odchyly napětí až +0,3 V) nastavíme vhodným předřadným odporem plnou výkylku měřidla tranzistorového voltmetu a pak zmenšíme napětí přepnutím na dva a na jeden článek baterie. Tím dostaneme na stupnici tři body. Počet dílků stupnice mezi těmito body má být stejný.

Poslední „třetina“ stupnice bude pravděpodobně značně menší než první. Je-li odchylka příliš výrazná, budeme hledat jiný pracovní bod tranzistorů, a to buď změnou budičího proudu bází, nebo změnou napájecího napětí. Druhý způsob je rychleji realizovatelný.

Po dalších zkouškách jsem našel tímto způsobem takové odpory v obvodu zesilovače, při nichž byla stupnice dostatečně lineární, a předpokládám, že i u dalších realizovaných vzorků vyhoví. Velikost chyby, způsobené nelinearitou, jež se přeče jen u stupnic v nepatrné míře projevuje, omezíme tím, že nastavujeme předřadné odpory a bočníky při výkylce přibližně ve dvou třetinách délky stupnice. V tomto místě je tedy chyba měření nejménší, při menších hodnotách je kladná, při větších záporná. Tímto způsobem lze dosáhnout dobré průměrné přesnosti přístroje, jak o tom svědčí cejchovní tabulka (tab. 1), cejchovní křivka na obr. 4 a křivka chyb na obr. 5.

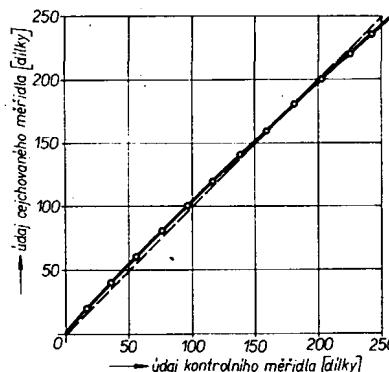
Třída přesnosti přístroje se počítá z chyby, vztažené k celkové délce stupnice. Má-li tedy stupnice celkem 250 dílků, pak třída přesnosti 1 (tj. 1 %) znamená největší odchylku 2,5 dílku, a to v kterékoliv části stupnice. Je tedy výhodné měřit tak, aby ručka přístroje byla při měření vždy v druhé polovině stupnice.

Trimr R_{11} slouží k nastavení základního napěťového rozsahu, který byl v mém případě pozoruhodně malý, a to 25 mV. Tento rozsah je společný i pro obvody měření proudu. Trimr je vhodně nahradit po cejchování pevným odporem, neboť přechodový odpor běžečky trimru (a dokonce i vývodových nýtků odporové dráhy) se mění, což má vliv na přesnost přístroje (zejména u proudových rozsahů).

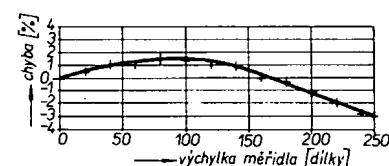
Použití měřidla s jinou citlivostí

Nedoporučuji použít měřicí systém s menší citlivostí (tj. více mA), neboť pak by se citlivost na konci stupnice značně zmenšovala a bylo by nutno buď měnit zapojení a napájecí napětí, nebo překreslit stupnici. Měřidlo o spotřebě 2 mA, jež jsem použil, je běžné a obvykle nemají deprezivní systémy rozvaděčových voltmetrů větší spotřebu.

Při použití měřidla s citlivostí např. 1 mA by nastaly potíže s předřadnými odpory,



Obr. 4. Cejchovní křivka přístroje



Obr. 5. Křivka chyb

neboť vstupní citlivost zesilovače podle obr. 1 by byla příliš velká. V tomto případě stačí rozdělit emitorový odpor R_2 na dva odpory (2 × 200 až 220 Ω) a ty samostatně zapojit mezi jednotlivé emitory a běžec potenciometru P_1 . Tím se zavede proudová záporná zpětná vazba, která nejen omezí zesílení, ale i přiznivě ovlivní linearitu zesilovače, a tím se zlepší i souhlas stupnice. Je tedy použití přístroje o větší citlivosti výhodné. Pro měřidlo o citlivosti 100 až 300 μA je však lépe použít zapojení podle AR 9/1974. Zesilovač je jednodušší a značně levnější.

Větší proudové rozsahy

Přístroj byl původně určen k měření proudu menších, než je základní citlivost systému použitého měřidla. Protože zůstává nevyužity dva kontakty přepínače, byl přístroj doplněn o rozsahy 2,5 mA a 25 mA. Jak patrné z blokového schématu, je pro rozsah 25 mA použit bočník 1 Ω. Pro 250 mA byl odpor už jen 0,1 Ω a při této malé hodnotě by se mohl nepříznivě projevit přechodový odpor kontaktu přepínače. Proto je pro měření větších proudu vhodné přepínat samotné měřidlo ke kombinovanému bočníku, u něhož není nebezpečí ovlivňování měření přechodovým odporem kontaktů přepínače.

Přímé měření je také přesnéjší, neboť tranzistorový zesilovač vždy vnáší do měření další chyby.

Konstrukční provedení

Přístroj je vestavěn do skřínky vhodné velikosti, slepěný z novodurových desek (stačí však i Sololit), kterou můžeme přestříkat lakem nebo polepit tapetou se vzorem dřeva a popř. přestříknout čirým nitrolakem.

Měřidlo je umístěno ve svíslé poloze, ve které bylo pro rozváděče cejchováno. Údaje na stupnici jsou dobré čitelné i z větší dálky, což usnadňuje práci.

Závěr

Budu velmi rád, když moje konstrukce pomůže oživit všechny ty „budičky“, na něž dosud amatér pohlíží pohrdavě pro jejich velkou proudovou spotřebu. Zatím je to můj nejvíce používaný přístroj, protože práce s ním je pohodlná a údaj se snadno čte i na dálku. Ještě jednou zdůrazňuji důkladnou izolaci mezi vinutími transformátorku pro napájecí a přeči všem, kteří si přístroj postaví, mnoho zdaru.

Elektronika hledá vagóny

Zařízení Sicaroid firmy Siemens (NSR) identifikuje železniční vagóny mikrovlnnou technikou. Každý vagón má na podvozku pasivní anténu se 24 různě dlouhými rezonátory, které působí jako sací obvod. Na kontrolních místech trati jsou mezi kolejnicemi uloženy vysílač, přijímač a „čtečka“ zařízení. Vysílač se plynule předává v pásmu 3,1 až 4,2 GHz. Délka rezonátorů působí jako kód. Odesílané vlny vytváří v přijímači 24-impulsový signál, který „čtečka“ přístroj dekóduje na dvanáctimístné číslo vagónu.

—sn—

Radio, Fernsehen, Elektronik č. 1/74

Nový tepelný spínač

Sklo s přisadou fosfátu vanadu mění při přestoupení jistého napětí mezi elektrodami elektrickou vodivost téměř skokem ze stavu izolantu na vodič. Napětí je nepřímo úměrné teplotě. Firma England's Standard Telcom Laboratories vyuvinula „spínače“ ve tvaru malých perliček z vanadiofosfátového skla se zapuštěnými drátkovými elektrodami. Jejich se dá také využít pro spínače tenkých vrstev (1 μm skla na fosfátovém substrátu), které se hodí pro přímý dotek s měřeným tělesem. Prozatím je teplotní hranice 50 až 55 °C.

—sn—

Radio, Fernsehen, Elektronik č. 20/73

Doutnavkový displej

cestavající z 80 × 212 doutnavek vytváří oranžové zářící obraz rozměru 60 × 120 mm. Celkem je pouze 17 mm vysoký. Prozatím slouží doutnavkový displej k přenosu číslic a nápisů; pracuje se i na pokusném předvádění televizních obrazů. Potřebný elektrický příkon odpovídá asi příkonu barevné televizní obrazovky. Displej vyuvinula firma Zenith Corp. (USA).

—sn—

Radio, Fernsehen, Elektronik č. 4/74

Diodový stabilizátor proudu

Speciální tranzistory FET, jejichž elektrody G a S jsou uvnitř spojeny, mají charakteristiku diod, jejichž proud je v širokých mezech konstantní. Tyto diody se hodí jako generátory pilovitého napětí, pro předpětí diferenciálních zesilovačů, k lineárizaci stupnic ohmmetrů apod. Firma Siliconix vyuvinula takovou diodu (ES05) s jmenovitým proudem 1 mA, který kolísá nejvýše o ± 20 %, mění-li se přiložené napětí od 0,1 do 50 V.

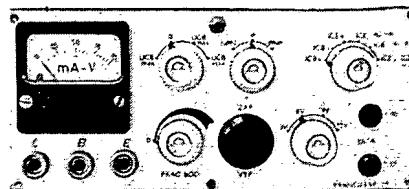
—sn—

Radio, Fernsehen, Elektronik č. 4/74

Tab. 1. Cejchování přístroje

Údaj měřidla cejchovaného přístroje [dílky]	Údaj kontrolního měřidla [dílky]	Chyba [%]
0	0	0
20	18,8	+0,5
40	37,5	+1
60	57,5	+1
80	76,3	+1,5
100	96,8	+1,3
120	117,5	+1
140	137,5	+1
160	160	0
180	180,7	-0,3
200	202,5	-1
220	225	-2
240	247	-2,8
250	257,5	-3

Měřicí tranzistorů TRANZITEST 01



Jaroslav Novotný

O důležitosti měření tranzistorů bylo na stránkách AR již mnoho napsáno, takže není nutno tuto skutečnost opakovat. Popisovaný přístroj dovoluje rychlé proměření všech běžných statických veličin tranzistorů a diod včetně závřeného napětí.

Technické údaje

Rozměry: $75 \times 165 \times 75$ mm.
Hmotnost: 1,15 kg.
Napájení: 220 V/50 Hz.
Měřené veličiny: I_{CBO} , I_{CEO} , β , U_{CBM} , U_{CEM} .

Popis zapojení

Celkové zapojení měřicího přístroje je na obr. 1. Přístroj je napájen z vestavěného síťového zdroje, který umožňuje měření při volitelném napětí 3, 6, 9 nebo 12 V, dále slouží jako zdroj napětí 100 a 200 V pro měření U_{CEM} a U_{CBM} . Nízké napětí je dvoucestně usměrněno diodami D_1 a D_2 , vyhlazeno kondenzátorem C_3 a odebíráno z děliče R_{23} až R_{26} přes přepínač P_{T4B} . Napětí 100 a 200 V jsou jednocestně usměrněna diodami D_3 , D_4 .

Princip měření jednotlivých veličin

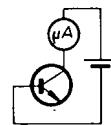
1. Zbytkový proud kolektoru I_{CEO} . I_{CEO} měříme při zvoleném napětí (u dobrých tranzistorů nemá prakticky vliv) při odpojeném emitoru podle obr. 2.

Měříme jej ve dvou polohách přepínače P_1 (polohy 1, 2). V poloze 1 (I_{CB0}) měříme přes ochranný odpor R_{19} až R_{22} podle zvoleného měřicího napětí, což zaručí, že nedojde k poškození měřidla, je-li měřený tranzistor vadný; v případě špatné volby polarity (p-n-p, n-p-n) se tím chrání měřený tranzistor před zničením. Ochranný odpor omezí maximální proud na 200 μ A. Výchylka měřidla v této poloze přepínače nesmí být větší než do poloviny stupnice. V případě, že tomu tak není, nepřepínáme do další polohy. Je-li vše v pořádku, přepneme P_1 do polohy 2 (I_{CEO}) a měříme skutečný zbytkový proud při rozsahu měřidla 200 μ A.

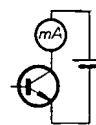
2. Zbytkový proud báze I_{CB0} .

I_{CB0} měříme rovněž při zvoleném napěti (obvykle stejném jako I_{CEO}) při odpojené bázi podle obr. 3.

Měříme jej při čtyřech polohách přepínače P_1 . V poloze 3 (I_{CE0}) měříme přes ochranný odpor R_{15} až R_{18} obdobně jako při měření I_{CB0} . V této poloze je přepínačem P_{T1B} připojen k měřidlu bočník, takže citlivost měřidla je 10 mA. Obdobně jako v předchozím případě nesmí být výchylka měřidla větší než do poloviny stupnice. V poloze 4 ($I_{CB0} - 10$ mA) měříme skutečný zbytkový proud na rozsahu 10 mA, popř. v další (paté nebo šesté) poloze při rozsahu 4 mA nebo 200 μ A. Odpor R_{10} tvoří bočník pro rozsah 10 mA, R_9 pro 4 mA.



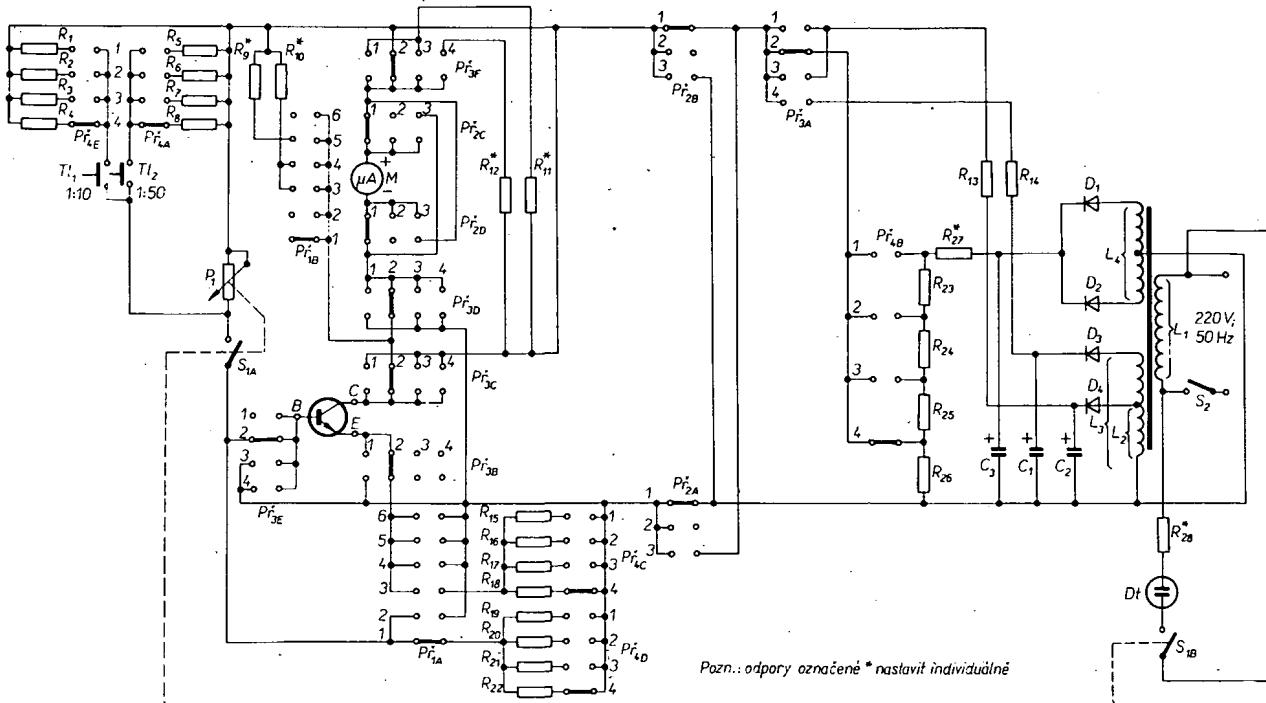
Obr. 2. Měření I_{CB0}



Obr. 3. Měření I_{CEO}

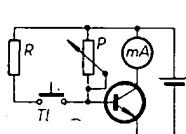
3. Zesilovací činitel β .

Zesilovací činitel β lze měřit v libovolném pracovním bodě, což je velmi důležité, jelikož tato veličina se značně mění se změnou pracovního bodu. V případě potřeby lze takto postupně proměřit a zakreslit celou

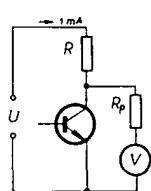


Obr. 1. Schéma zapojení měřiče (odpory označené * nastavit individuálně)

charakteristiku. Princip měření je na obr. 4. Pro jednoduchost uvažujeme, že měříme při napětí 6 V. Tranzistor je zapojen se společným emitorem. Báze je napájena přes potenciometr P (1 M Ω), jímž nastavíme předem určený kolektorový proud, tj. pracovní bod při zvoleném napětí, při němž chceme činitel β měřit (např. 1 mA). Stisknutím tlačítka T_1 se paralelně k potenciometru P připojí odpor R , v našem případě 0,6 M Ω , čímž zvětšíme proud báze o 10 μ A (bez ohledu na polohu potenciometru P). Po určení hodnoty β dělíme přírůstek kolektorového proudu deseti a obdržíme měřenou hodnotu. Např.: po stisknutí tlačítka se kolektorový proud zvětší o 1 mA, tj. 1 000 μ A : 10 = 100. Ve skutečném zapojení je potenciometr, označený jako P_1 , spřažen se spínačem S_1 , kterým se do báze zapojuje. Druhá dvojice kontaktů spínače (S_{1B}) spíná dountavku D_t , která signalizuje, že do báze je zapojen potenciometr. Při měření všech veličin kromě β musí být tedy dountavka zhasnuta (tj. potenciometr vypnut); jinak by měření byla nesprávná, popř. by se mohl zničit měřený tranzistor. U tranzistorů s malým činitelem β by zvětšení proudu báze o 10 μ A způsobilo malý přírůstek kolektorového proudu, proto má přístroj ještě druhé tlačítko, po jehož stisknutí se proud báze zvětší o 50 μ A. Postup měření je stejný, pouze přírůstek kolektorového proudu musíme při použití tohoto tlačítka dělit padesáti. Pro zavedení přidávaného proudu 10 μ A, popř. 50 μ A do báze slouží odpory R_1 až R_4 (pro 10 μ A) a R_5 až R_8 (pro 50 μ A), přepínání současně s volbou měřicího napětí přepínačem P_{4A} a P_{4B} .



Obr. 4. Měření β



Obr. 5. Měření U_{CEM}

4. Maximální napětí U_{CBM} a U_{CEM}

Princip měření U_{CEM} je na obr. 5. Na vývode C a E měřeného tranzistoru připojíme měřidlo s velkým vnitřním odporem, který ukáže přímo hledanou hodnotu U_{CEM} . Výhodou tohoto způsobu měření je, že nemůže dojít ke zničení měřeného tranzistoru. Ve skutečném zapojení můžeme měřit U_{CEM} do velikosti 100 V a U_{CBM} ve dvou rozsazích (do 100 nebo 200 V), což je pro většinu tranzistorů dostatečné. Obdobně lze mezi svorkami C a B měřit závěrné napětí až do 200 V. Měření U_{CEM} a U_{CBM} se přepíná přepínačem P_3 , který je při všech ostatních měřeních v poloze 2, označené 0. Jako předčádne odpory pro maximální proud 1 mA slouží R_{13} a R_{14} . Současně je pomocí přepínače P_3 měřidlo zapojeno jako voltmetr s předčádnými odpory R_{11} , popř. R_{12} pro maximální rozsah 100 nebo 200 V. Voltmetr v tomto zapojení má vnitřní odpor pouze 5 k Ω /1 V, což způsobuje jistou nepřesnost v měření; naměřená hodnota je tedy menší než skutečná. Tato chyba není příliš na závadu, uvažme-li, že nám poskytuje jisté procento bezpečnosti pro tranzistor použitý v provozu.

Postup měření

Při měření je nejvhodnější postupovat takto:
 přepínač P_1 (přepínač funkcí I_{CB0} , I_{CE0}) v poloze I_{CB0} ;
 přepínač P_2 (p-n-p, n-p-n) v poloze 0;
 přepínač P_3 (U_{CBM} , U_{CEM}) v poloze 0;
 přepínač P_4 (volba napětí) v poloze libovolné podle napětí, při němž budeme měřit;
 potenciometr P_1 (pracovní bod) v poloze 0 (kontrolka nesvítí).

Po připojení tranzistoru přepneme P_2 do polohy podle polarity (p-n-p nebo n-p-n). V případě špatně zvolené polarity ukáže měřidlo plnou výchylku (P_1 je v poloze I_{CB0}). Tranzistor se však nezničí. Je-li výchylka měřidla malá (ne větší než do poloviny stupnice), změříme I_{CB0} a I_{CE0} , jak bylo po- psáno v odst. 1 a 2.

Zesilovací činitel β měříme v poloze P_1 , $I_{CE0} = 10$ mA nebo $I_{CE0} = 4$ mA (jak bylo popsáno v odst. 3). Při nastavování pracovního bodu tranzistoru je nutno otáčet potenciometrem P_1 zvolna za stálé kontroly kolektorového proudu. Potenciometr nesmí být nikdy vytopen zcela doprava, došlo by k zničení tranzistoru, příp. poškození měřidla. Z bezpečnostních důvodů by bylo vhodné zařadit do série s potenciometrem ochranný odpor asi 50 k Ω . Po změření β doporučují ihned potenciometr vytopen směrem vlevo a vypnout.

Jako poslední změříme napětí U_{CEM} a U_{CBM} .

Položka přepínače P_1 a P_4 je libovolná. P_2 je nastaven podle vodivosti tranzistoru, potenciometr P_1 vypnut. Přepínačem P_3 v poloze U_{CEM} měříme závěrné napětí kolektor-emitor do 100 V; měřidlo má v této poloze rozsah 100 V. U_{CBM} měříme ve dvou stupnicích do 100 nebo do 200 V, tj. v poloze 3 nebo 4. V poloze 4 měříme při napětí 200 V; také měřidlo má v této poloze rozsah 200 V. Při přepínání do polohy U_{CEM} nebo U_{CBM} se může stát, že ručka měřidla vykývá na doraz, což je způsobeno měkkým spojením dvou sousedních kontaktů přepínače. V tomto okamžiku dojde k přetížení měřidla max. proudem 1 mA (tj. 5x), což u magnetoelektrického systému nemůže jeho poškození.

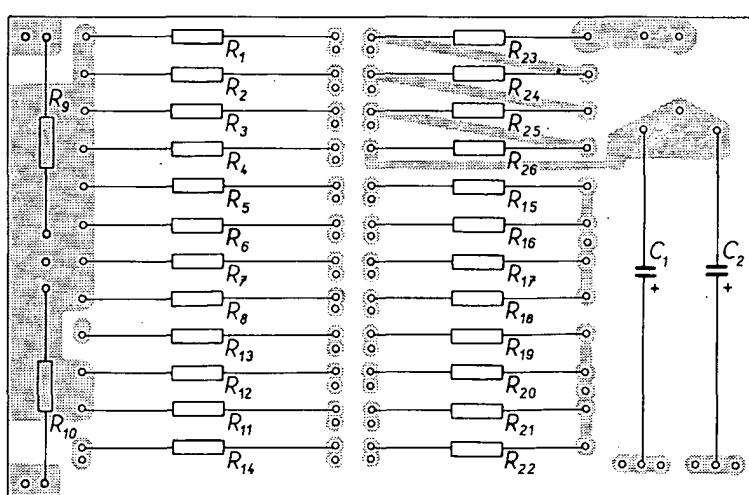
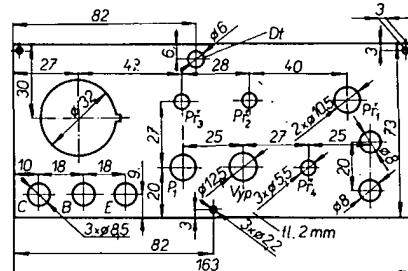
Tím jsou všechna měření skončena, přepínače vrátíme do výchozích poloh a měřený tranzistor odpojíme. Veškeré manipulace

s měřeným tranzistorem, tj. připojování a odpojování, je nutno provádět s P_2 v poloze 0, při níž jsou výstupní svorky bez napětí. Při měření lze tranzistor připojit buď pomocí držáku nebo přímo do výstupních zdírek pomocí kablíků.

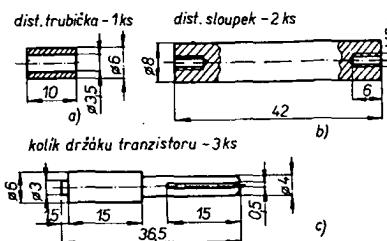
Konstrukce přístroje a použité součástky

Celý přístroj je sestaven ve skřínce rozměrů 75 × 165 × 75 mm. Plášt je z ocelového plechu o tl. 1 mm, ohnutý vcelku, ve spodní části snýtovaný. V horních rozích a dole uprostřed jsou k pláště přinýtovaný upevnovací úhelníčky, na které jsou pomocí šroubů M2 připevněny přední panel a zadní víko, zhotovené z hliníkového plechu o tl. 2 mm. Všechny přepínače a síťový transformátor jsou upevněny na předním panelu (rozložení je patrné z obr. 6). Deska s plošnými spoji (obr. 7), nesoucí většinu drobných součástí, je pomocí distanční trubičky (obr. 8a) a šroubu M3 upevněna na přepínače P_1 . Deska síťového zdroje (obr. 9) nesoucí diody D_1 až D_4 a kondenzátor C_3 je upevněna pomocí přinýtovaného úhelníku s otvorem o Ø 9 mm pod maticí střední připojovací zdírky. Síťový transformátor je upevněn za měřidlem pomocí dvou distančních sloupků se závity M3 (obr. 8b). V horní části čelního panelu je ještě přinýtovaná deska, nesoucí signální dountavku D_t s předčádným odporem. Celé vnitřní uspořádání je velmi dobře patrnou z připojených fotografií (obr. 10 a 11).

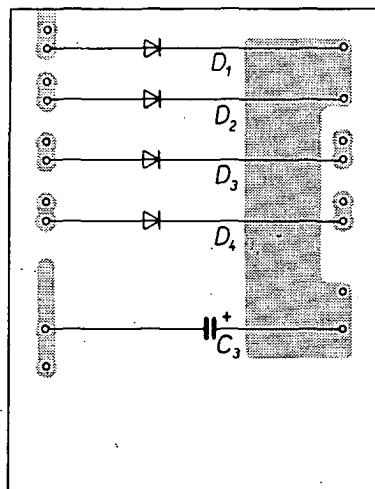
Přepínače P_2 , P_3 , P_4 jsou miniaturní přepínače pro tranzistorové přijímače (6 × 4 polohy), přičemž P_2 má přesuvným dorazem, který je součástí přepínače, nastavený pouze tři polohy.



Obr. 7. Deska s plošnými spoji J 518 měřiče



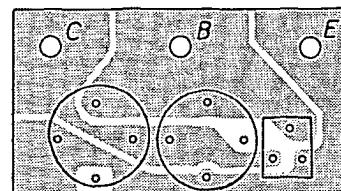
Obr. 8. Rozměry kolíků a distančních sloupek



Obr. 9. Deska s plošnými spoji J 519

Jelikož celá konstrukce přístroje je značně střesaná, bylo nutno zhotovit i tlačítka. Základ tlačítkových spínačů tvoří kontakty z relé RP 100, zkrácené na délku asi 30 mm a znova upevněné v původním držáku. Na kolík z plastické hmoty, který je pevně zalisován v pohyblivém kontaktu, je lepidlem Epoxy 1200 přilepena ovládací část tlačítka, vysoušená z organického skla nebo z jiného izolačního materiálu. Takto zhotovené tlačítka je dvěma šroubky M3 připevněno k čelní desce. Díry pro upevňovací šroubky je nutno vyvrtat až po ustanovení tlačítek; z toho důvodu nejsou na výkresu čelního panelu zakresleny. Síťový spínač S_2 je páčkový dvoupolový. Potenciometr je typu TP 281 s vypínačem. Použity měřicí přístroj DHR 3 s citlivostí 200 μ A měl vnitřní odpor 500 Ω . Vnitřní odpor se může u jiných měřidel lišit; z toho důvodu je nutno odpory R_9 , R_{10} , R_{11} , R_{12} stanovit individuálně.

Držák tranzistorů je tvořen deskou s plošnými spoji (obr. 12), do které jsou zapojeny tři objímky pro tranzistory, z nichž jedna je čtyřhranná (třípolová) a dvě kulaté, čtyřpolové. Dále jsou do desky zapojeny tři rozřízené kolíky (obr. 8c) k zasunutí do tří výstupních zdírek. Rozteč kolíků musí být shodná s roztečí zdírek. Pod objímkami je nalepen štítek nesoucí označení jednotlivých vývodů (obr. 13). Vývody jsou voleny tak, aby vyhovovaly pro všechny běžné čs. tranzistory. Do tohoto držáku lze zasunout pouze tranzistory, které nebyly ještě pájeny, protože zbytky cínu na vývodech brání jejich zasunutí. Pro použité tranzistory je nutno použít přívodní kablíky, připojené do zdírek.

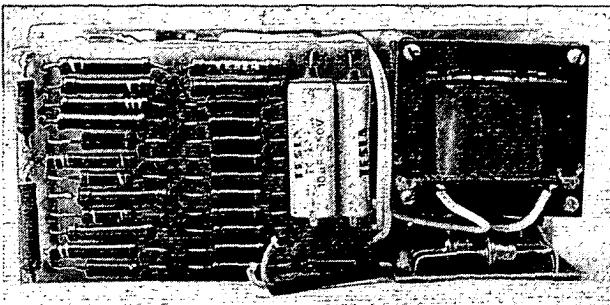


Obr. 12. Deska s plošnými spoji J 520 držáku tranzistoru

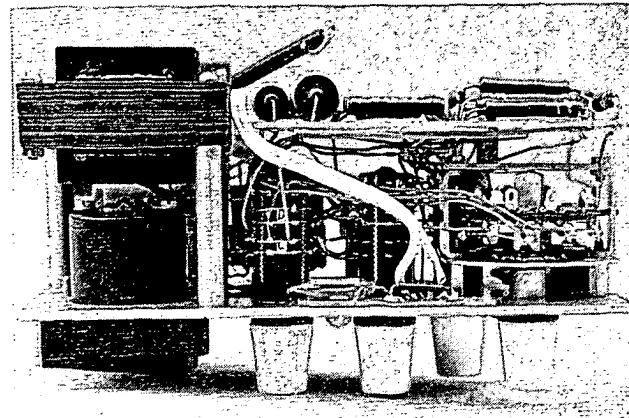
připojíme tranzistor (nejlépe některý levný typ) a proměříme jej. Měříme při všech čtyřech napěťech, abychom se přesvědčili o správné činnosti přístroje.

Použité součástky

Odpor	
R_1	1,2 M Ω
R_2	0,9 M Ω
R_3	0,6 M Ω
R_4	0,3 M Ω
R_5	0,24 M Ω
R_6	0,18 M Ω
R_7	0,12 M Ω
R_8	60 k Ω
R_9	26,85 Ω
R_{10}	10,4 Ω
R_{11}	0,4995 M Ω
R_{12}	0,9995 M Ω
R_{13}	0,1 M Ω
R_{14}	0,2 M Ω
R_{15}	1,2 k Ω
R_{16}	900 Ω
R_{17}	600 Ω
R_{18}	300 Ω
R_{19}	60 k Ω
R_{20}	45 k Ω



Obr. 10. Pohled na vnitřek přístroje ze zadu



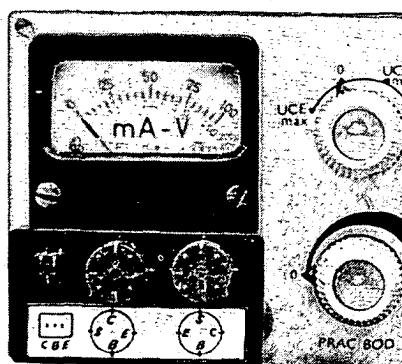
Obr. 11. Pohled na vnitřek přístroje shora

Výrobce u těchto přepínačů zaručuje elektrickou pevnost 500 V mezi dvěma sousedními kontakty, což je pro naš týč dostatečné. Uvedené přepínače byly svého času k dostání ve výrodeji po 15 Kčs. Přepínač P_1 je jednosegmentový vlnový přepínač 3×4 poloh, který musíme upravit. Opatrně jej rozebereme, ve vače vypilujeme další dva zářezy a s takto upravenou vačkou aretační část přepínače znova sestavíme. Z pevné desky nesoucí kontakty vyjmeme dva. Tako vzniklou mezerou potom z otočné desky vytlačíme jeden kontakt a druhý přemístíme tak, aby byly zbyvající dva kontakty proti sobě. Potom vložíme zpět do pevné desky vyjměné dva kontakty a celý přepínač sestavíme. Tyto přepínače mají zpravidla velmi tuhý chod; tuhost lze zmírnit vyjmoutím jedné, popř. dvou pružin, které tlačí na aretační kuličku.

Popis ovládacích prvků na panelu je proveden samolepicími znaky na křídovém papíru. Panel je chráněn proti znečištění průhlednou fólií.

Přesné hodnoty odporů byly získány bud výběrem z běžných odporů nebo jejich dobrošením na potřebnou velikost. Na jejich dodržení závisí přesnost měření a jejich výběru je proto nutno věnovat patřičnou péči. Pro snazší orientaci při zapojování nebo opravách je výhodné označit jednotlivé sekce přepínačů písmeny souhlasně se schématem. Pro spoje je vhodné používat vodiče s izolací různých barev a jejich barvu ve schématu zaznamenat.

Před uvedením do provozu je nejlépe přezkoušet činnost přístroje (např. pomocí měřidla Avomet) měřením napětí na jednotlivých vstupních zdírkách v závislosti na poloze přepínačů. Teprve po této zkoušce



Obr. 13. Držák tranzistorů vložený do zdířek měřiče

R_{21} 30 k Ω
 R_{22} 15 k Ω
 R_{23} až R_{27} 39 Ω
 R_{28} 0,22 M Ω
 P_1 1 M Ω /N s vypínačem

Kondenzátory
 C_1 10 μ F/350 V
 C_2 10 μ F/350 V
 C_3 1 000 μ F/15 V

Diody
 D_1, D_2 KY701
 D_3 KY705
 D_4 KY703

Transformátor průlez jádra 2,9 cm², vinutí podle tab. 1.

Literatura

Tichý I.: Měřič tranzistorů a diod. AR 4/68, str. 130.

L. K.: Měřič průrazného napětí diod. AR 6/68, str. 228.

Tab. 1.

Vinutí	Napětí [V]	Počet závitů	Průměr drátu CuL [mm]
L_1	220	3 200	0,1
L_2	78	1 153	0,07
L_3	156	2 300	0,07
L_4	2x 12,2	2x 181	0,25

Polohy přepínačů

Poloha	P_1	P_2	P_3	P_4
1	I_{CBX}			
2	I_{CBO}	n-p-n	U_{CEM}	12 V
3	I_{CEX}	0	0	9 V
4		p-n-p	U_{CBM}	6 V
5	$I_{CE} = 10 \text{ mA}$		U_{CBM}	
6	$I_{CE} = 4 \text{ mA}$			3 V
	$I_{CE} = 0,2 \text{ mA}$			

Měřit teploty TUMOZ 1

Miloš Stilz

Úvodem k měření teploty

Měření teploty jako neelektrické veličiny přeměnou na měření elektrické veličiny (elektrického odporu) uskutečňujeme pomocí odporových čidel, měnících svůj odpor v závislosti na teplotě okolí. Dříve byla čidla zhotovována z měděného nebo platinového drátu, který vykazoval lineární přírůstek odporu v závislosti na přírůstku teploty okolí. Nyní se k tomuto účelu používají téměř výlučně termistory (převážně perlíčkové) s nelineárním úbytkem odporu v závislosti na přírůstku teploty okolí, a to vzhledem k jejich větší citlivosti a malé teplenné setrvačnosti.

Jako čidlo k měření teploty je často používán také germaniový tranzistor, jehož zbytkový proud I_{CBO} nebo I_{CE} je značně závislý na teplotě okolí. Průběh závislosti je lineární. Pouzdro tranzistoru je však přičinou značné teplenné setrvačnosti čidla.

Základní metoda měření teploty je považována zapojení čidla jako jednoho z odporů Wheatstoneova můstku; v příčné větví můstku je měřidlo s předřadným odporem ke změně citlivosti.

Tato zapojení jsou nejobvyklejší. Citlivost přístrojů je různá; používají se buď jako indikátory nebo jako přímoukazující měřicí teploty.

U některých elektronických teploměrů se používá jiné zapojení; čidlo se zařazuje do stabilizačních obvodů tranzistorů nebo do jiných citlivých míst zapojení tak, aby změna teploty okolí způsobila po zesílení velkou proudovou změnu. Tato zapojení jsou převážně používána v regulační technice k udržování stálé teploty.

Rozsah měřených teplot (citlivost na změnu teploty okolí) je u termistoru závislý především na protékajícím proudu, který jej ohřívá. Se zvětšujícím se proudem se citlivost na změnu teploty zvětšuje. Proud však nemůžeme zvětšovat příliš; podle údajů výrobce nesmíme překročit největší povolený příkon, který je u perlíčkového provedení termistoru 300 mW. V měřeném prostředí je termistor vlastně ochlazován a pokud je jeho teplota

větší než teplota okolí, reaguje na ochlazení okamžitě. Je-li protékající proud malý, reaguje termistor na zvětšení teploty (větší než je jeho vlastní teplota) podstatně pomaleji, neboť je svým okolím ohříván.

Proud procházející termistorem závisí na připojeném napětí. Z toho plyne, že se zvětšováním tohoto napětí se zvětšuje citlivost, ale zároveň i závislost na změně napájecího napětí. Vlivem poklesu napájecího napětí při stárnutí baterie by mohlo docházet k chybám měření a vlivem poklesu zesílení by se zmenšoval rozsah měření. Proto je nutné při konstrukci citlivých měřicí teplot stabilizovat napájecí napětí můstku.

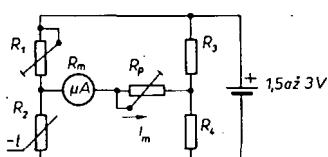
Na obr. 1 je základní zapojení Wheatstoneova můstku, na obr. 2 až 5 jsou uvedeny některé jednoduché příklady stabilizace napájecího napětí můstku při malých napájecích napětích.

Wheatstoneův můstek bez stabilizace lze použít jen k indikaci nebo u málo citlivých měřiců. Je-li $R_1 = R_2 = R_3 = R_4$, pak proud protékající zátěži (měřidlem)

$$I_m = 2I' \frac{R_1 \Delta R_t}{R_m (4R_1 + \Delta R_t) + 2R_1 (2R_t + \Delta R_t)},$$

kde I' je proud v každé z větví můstku, jsou-li všechny čtyři odporu stejné (R_1), ΔR_t je přírůstek odporu termistoru, R'_m je celkový odpor v úhlopříčce můstku ($R_m + R_p$).

Obr. 2. Napětí na můstku je konstantní, nezávislé na ΔU_t . Nevýhodou zapojení je zvětšená spotřeba z baterií. Citlivost zvětšíme volbou většího Zenerova napětí U_Z a tím i většího U_b .



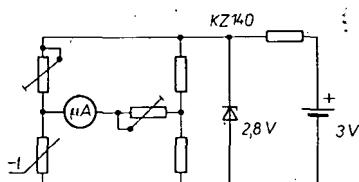
Obr. 1. Základní zapojení můstku

Minimální U_Z je u čs. typu KZ140 (2,8 V).

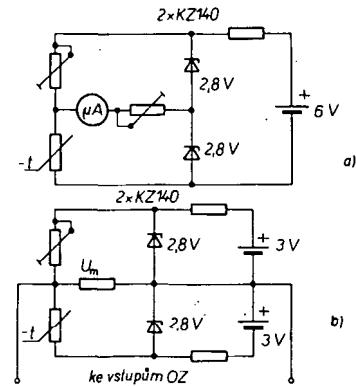
Obr. 3a. V tomto zapojení je hospodárnější využito proudu Zenerovými diodami, nevýhodou je použití dvou těchto diod. Zvětšování napětí baterie nemá na citlivost měřicí vliv.

Obr. 3b. Činnost je stejná jako u obr. 3a, je pouze vyveden střed napájecího napětí pro měření pomocí OZ.

Obr. 4a. V tomto zapojení se využívá ke stabilizaci (k vytvoření napěťového normálu) proudu procházejícího diodami v propustném směru. Změna procházejícího proudu vyvolá jen nepatrnou změnu napětí na diodách. Zapojení je vhodné pro přenosné teploměry s menší citlivostí a s dobrou stabilizací. Použijeme-li diodu KA501, měřidlo 100 μ A (bez R_p) a termistor 16 NR 17, je rozsah měřených teplot 0 až 36 °C.



Obr. 2. Stabilizace napájecího napětí můstku jednou Zenerovou diodou



Obr. 3. Stabilizace se dvěma Zenerovými diodami, (a) – s jednoduchým zdrojem, (b) – zdroj s vyvedeným středem

Obr. 4b. Činnost je stejná jako u obr. 4a, citlivost je větší (0 až 20 °C na plnou výchylku), stabilizace se zhorší vzhledem k součtu úbytků na diodách.

Obr. 5. Je vyveden střed pro měření pomocí OZ (použito u zapojení popisovaného přístroje).

Konstrukce přístroje

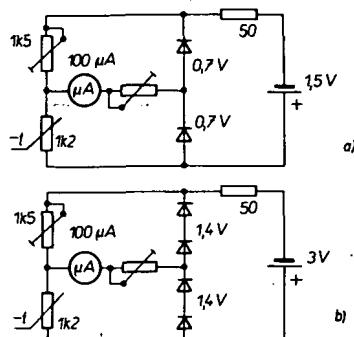
Volba složitějšího zapojení je určena použitím tohoto přístroje; archeolog potřeboval pro práci v terénu měřidlo s těmito vlastnostmi:

- lehký přenosný přístroj s malou spotřebou a s rozměry, umožňujícími přenášet přístroj v kapse;
- rozsah měření (citlivost) volitelný podle potřeby; nejdříve (pro orientační měření) 4 až 14 °C, pak např. 6 až 10 °C na plnou výchylku měřidla.
- důraz se klade na rychlosť měření teploty vzhledem k velkému množství měřených míst. Kromě toho se vyžaduje stálost cejchování, snadná obsluha, indikace využitých baterií.

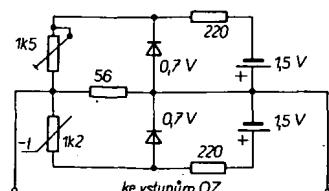
Pro splnění požadavků podle bodu a) byly použity k napájení dva monočlánky střední velikosti vzhledem k jejich rozměrům, váze a dlouhé době provozu při odberu proudu max. 6 mA. Bod b) – byl zvolen perličkový termistor zatavený ve skle, s malou tepelnou setrvačností. Bod c) – s ohledem na malé U_b , požadovanou „přeladitelnost“ rozsahu měřených teplot s nutnou rezervou v citlivosti a na stálost zesílení při nezávislosti na U_b byl pro zesilovač použit operační zesilovač, jehož zapojení (obr. 6) bylo popsáno v souvislosti s jeho využitím jako zesilovače univerzálního měřidla v [3]. Indikace stavu baterií není nutná, neboť nejde-li již nastavit nula přístroje příslušným trimrem, je patrné, že baterie jsou vyčerpány.

Popis měření

Postup měření spočívá v připojení baterií (obr. 6) tlačítkem k můstku, jehož větve

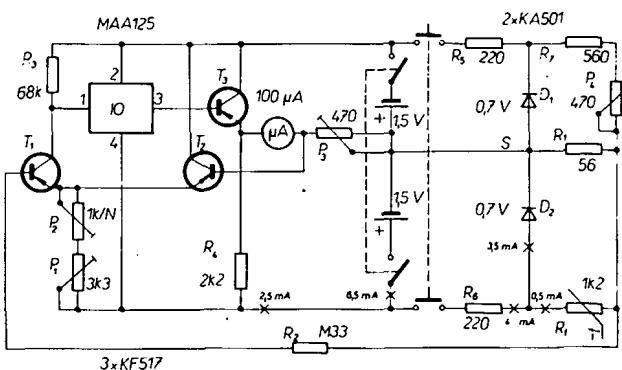


Obr. 4. Použití diod pro stabilizaci malého napájecího napětí



Obr. 5. Zapojení jako v obr. 4a s vyvedeným středem zdroje

Obr. 6. Schéma zapojení měřiče teploty



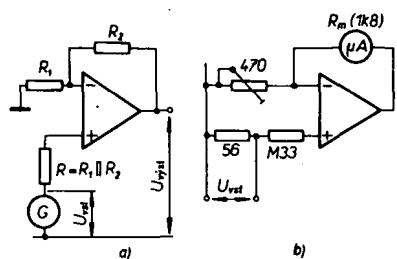
jsou tvorenýy stabilizačním obvodem se dvěma diodami a odporem R_7 , trimrem P_4 a termistorem R_1 . Rovná-li se odporník složený z R_7 a P_4 odporu termistoru R_1 , nevytvorí se žádné napětí na R_1 , OZ není buzen žádným napětím, ručka měřidla zůstane na nule. Naopak, bude-li mít termistor menší odpór než R_7 a P_4 , vznikne na R_1 napětí, které po zesílení v OZ způsobí výchylku měřidla, úměrnou změně odporu termistoru. Odpór R_1 je součástí děliče v bázi T_1 , který určuje proud tohoto tranzistoru.

V klidovém stavu po zapnutí přístroje (bez stisknutého tlačítka) nemůže na R_1 vzniknout žádné napětí. Posun nuly souvisí pouze s funkcí OZ; je mírně závislý na teplotě okolí, případně odchylky od nuly se vyrovnávají potenciometrem P_2 , který je za tím účelem vyveden na panel přístroje.

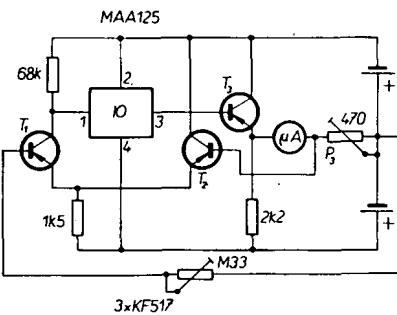
Na obr. 7a je znázorněn princip měření teploty při použití symboliky používané pro operační zesilovače. R_1 je předřadný odpór měřidla, R_2 vnitřní odpór měřidla, R odpór děliče určujícího proud báze T_1 , U_{st} je napětí přiváděné z můstku (obr. 7b). Podle [2] platí vztahy

$$U_{st} = U_{výst} \frac{R_1}{R_1 + R_2},$$

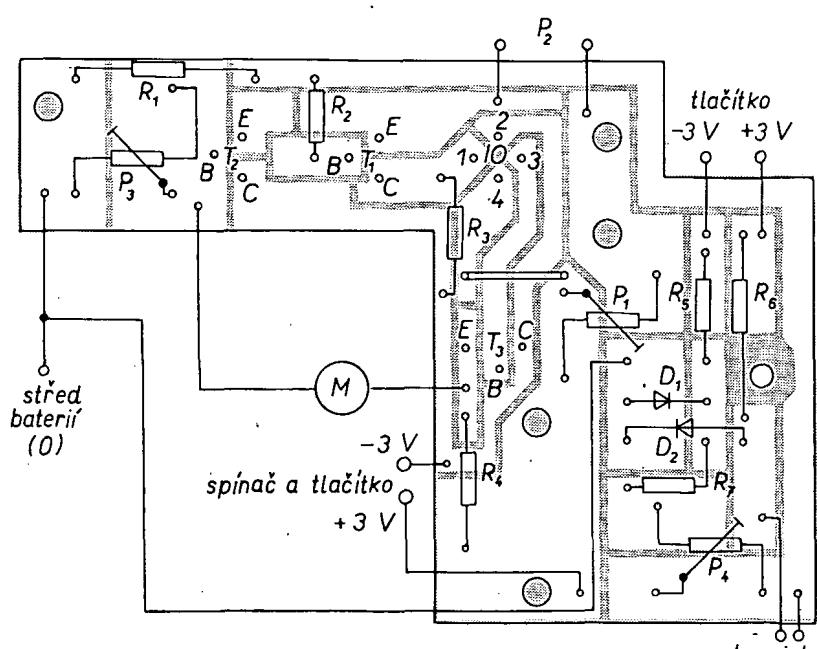
$$U_{výst} = U_{st} \frac{R_1 + R_2}{R_1},$$



Obr. 7. Základní schéma s použitím symboliky používané pro OZ



Obr. 8. Zapojení pro zkoušení tranzistorů



Obr. 9. Deska s plošnými spoji J 521 měřiče teploty

$$R_{vst} = \frac{R_s R_p}{R_s + R_p}, \text{ kde}$$

$$R_p = R_{vst} \frac{A_u}{1 + \frac{R_2}{R_1}},$$

$$R_p = R_{\text{vst}} \frac{A_u}{A}$$

R_e je svodový odpor uvnitř monolitické struktury. V symbolice OZ není zpravidla zakreslováno napájecí napětí U_b , které je v tomto případě důležité vzhledem ke společnému napájení OZ a můstku. Střed baterií musí být spojen s bodem S jen pro vlastní funkci OZ. Pro činnost můstku není toto spojení důležité; je spíše nevýhodné, neboť musíme použít místo jednoho pracovního odporu diodu o stejné velikosti.

Uvádění do chodu

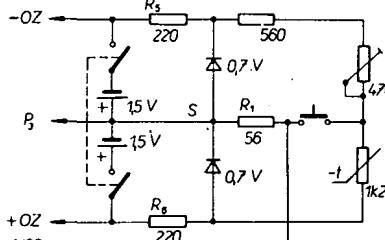
Výběr T_1 a T_2 se stejnými parametry podstatně urychlí základní nastavení přístroje na nulu pomocí P_1 (hrubě) a P_2 (jemně). Lze použít zapojení podle obr. 8, kde na místě T_1 a T_2 testujeme tranzistory tak, aby při dosažení nuly měl trimr (330 Ω) co největší odpor. Tím se zlepšuje stabilita nuly měřidla při změnách teploty okolí vzhledem k tomu, že emitory T_1 a T_2 prochází menší proud. Trimr P_3 (470 Ω) ponecháme při zkoušení nastavený na největší odpor.

Celjchování

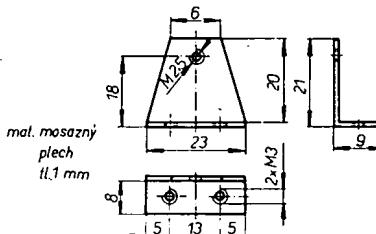
Nastaví žádany rozsah teploty není složité. Pomocí lihového nebo růtuového teploměru si změříme počáteční teplotu prostředí, v němž budeme s přístrojem měřit. Zapneme přístroj, nastavíme nulu pomocí P_2 , stiskneme tlačítko a nastavíme ručku měřidla na začátek stupnice měřidla (nulu) otáčením P_4 . Po stlačení a uvolnění tlačítka musí ručka přístroje ukazovat stále na nulu. Poté vložíme čidlo do prostředí, které má teplotu, požadovanou při největší výchylce měřidla. Stiskneme tlačítko a trimrem P_3 nastavíme maximální výchylku na stupnici. Tím se částečně ovlivní nula přístroje v klidu. Opačujeme proto nastavení na začátku a konci stupnice alespoň třikrát. Stupnice je dělena lineárně; termistor má při malých proudech téměř lineární průběh úbytku odporu v závislosti na přírůstku teploty. V amatérských podmínkách lze proto použít původní stupnice s lineárním průběhem. Nemáme-li k dispozici prostředí se stálou cejchovací teplotou, můžeme nahradit trimr P_3 pevným odporem $120\ \Omega$ a trimrem $100\ \Omega$, použitým místo R_1 , nastavíme konečnou výchylku měřidla, aníž bychom ovlivňovali nastavenou nulu měřidla. Mezi běžcem a odporem vrstvou trimru je však napětí rádu desítek milivoltů, z toho důvodu se může časem zhoršovat přesnost měření. Při pečlivém nastavení můžeme dosáhnout rozsahu měřených hodnot až $2\ ^\circ\text{C}$ na plnou výchylku měřidla.

Obsluha je jednoduchá. Po zapnutí přístroje nastavíme nulu přístroje, stiskneme tlačítko, abychom nahřáli termistor (ručka přístroje půjde „za roh“), vložíme čidlo do měřeného prostředí, odečteme výchylku a tlačítko uvolníme. Obsluha by se dala zjednodušit volbou OZ typu MAA501, který má vlastní teplotní stabilizaci a je tedy nezávislý na teplotě okolí. U tohoto typu

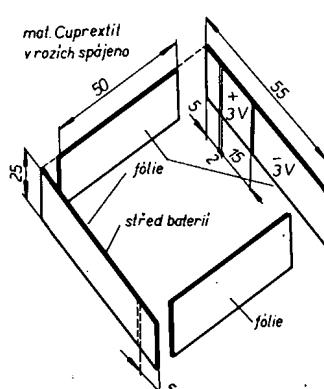
však výrobce doporučuje minimální napájecí napětí 2×9 V, což není pro přenosný přístroj výhodné.



Obr. 10. Zapojení, upravené pro použití jednoduchého tlačítka



Obr. 11. Nosný úhelník potenciometru



Obr. 12 Konstrukce držáku baterií

Mechanické provedení

Integrovaný zesilovač s diodami a odpory můstku je umístěn na desce s plošnými spoji (obr. 9). Tranzistory a 10 jsou k desce připájeny. Baterie jsou vloženy do držáku zhotoveného z cuprextitu. Krabička a kryt termistoru jsou tovární výroby (krabička je původně pouzdro mikrometru, kryt termistoru je z krytu značkováče FIX). Potenciometr P_2 je typu TP 170/N. Odpory jsou miniaturní, trimry mají vývody pro uchycení „na ležato“. Z měřidla byla oddělena část určená pro vestavění bočníku, aby se zmenšily jeho rozměry. Tlačítko je staršího provedení (z telefonních zařízení), pokud by chtěl někdo použít tlačítka jen s jedním kontaktem, může použít zapojení podle obr. 10 za cenou většího klidového odběru z baterií. Termistor je typu 16NR17. Náčrt konstrukce úhelníku pro potenciometr je na obr. 11, na obr. 12 je znázorněna konstrukce držáku baterií. Mechanické provedení je zřejmé z obr. 13.

Další možnosti využití přístroje

Měří teplosty v kapesním provedení může být po příslušném přezechování použit k jakýmkoli účelům v nejrůznějších oborech, např. k měření teploty půdy v zemědělství, teploty těla v lékařství, teploty vzduchu, plynu apod. (např. jako plážový teploměr nereagující na přehřívání slunečními paprsky); k měření teploty kapalin (chemie, fotografie), popr. při konstrukci elektrických zařízení jako měřítko oteplení součástek.

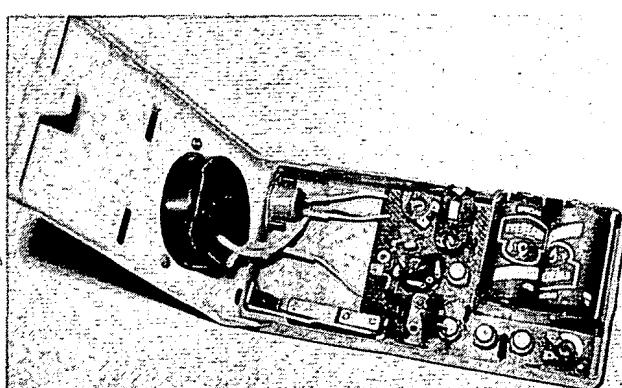
Použité součástky

T_1, T_2, T_3 KF517.
 IO MAA125,
 D_1, D_2 KA501:

měřidlo: citlivost 100 až 200 μ A, typ určený pro montáž ve vodorovné poloze.

Literatura

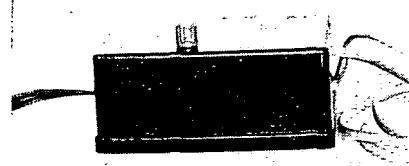
- [1] *Bém, J. a kol.*: Čs. polovodičové součástky. SNTL: Praha 1973.
- [2] *Sluka, Z.*: Zapojení s operačními zesilovači. AR č. 6 až 10/1973.
- [3] *Stilz, M.*: Multimetr s čs. polovodiči. AR č. 9/1975.
- [4] RK č. 1/1972 a RK č. 1/1974.



Obr. 13. Mechanické provedení přístroje

generátor mříží

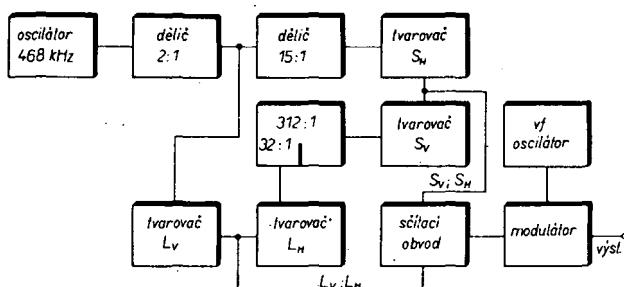
Ing. Jiří Říha



Při nastavování konvergenčních obvodů, posuzování vlastností vychylovacích obvodů i při kontrole citlivosti televizního přijímače lze s výhodou použít generátor mříží. Popisovaný generátor je zdrojem vysokofrekvenčního signálu s modulací vhodnou pro vytvoření obrazu ve formě bílých mříží na obrazovce TVP. Přístroj je osazen převážně číslicovými integrovanými obvodů.

Princip činnosti generátoru vyplývá z blokového schématu na obr. 1. Kmitočet modulačního signálu je odvozen ze základního oscilátoru (468 kHz) řízeného krystalem. Tím je zaručena dostatečná stálost kmitočtu odvozených impulsních průběhů a tím i stabilní zobrazení. Ze základního oscilátoru se získávají jednak synchronizační impulsy, jednak signál vlastních mříží jako kombinace vertikálních a horizontálních čar. Odvozený rádkový a obrazový kmitočet je $f_H = 15\ 600$ Hz a $f_V = 50$ Hz. Dělením kmitočtu 468 kHz v poměru 2 : 1 získáme kmitočet impulsů pro vytvoření vertikálních čar, dalším dělením (15 : 1) kmitočet rádkových synchronizačních impulsů S_H . Při použití poměru činného a zpětného běhu je v 15 čar zobrazeno na obrazovce 12. Děličem s dělícím poměrem 312 : 1 se získává obrazový

kmitočet 50 Hz. Z tohoto děliče je třeba odvadit impulsy signálu horizontálních čar. Kmitočet horizontálních čar, rádkový kmitočet a obrazový kmitočet nelze vzájemně vázat jednoduchými dělícími poměry. Kmitočet horizontálních čar je získán z děliče 32 : 1, přičemž dělič ukončuje cyklus po 312. impulsu. Časový interval mezi horizontálními čarami je v tomto případě 2,05 ms a (odečteme-li trvání zpětného běhu) na obrazovce se tedy umístí 8 až 9 čar podle vlastnosti přijímače. Při počtu 12 vertikálních na 9 horizontálních čar je poměr stran obrazu 4 : 3 a mříže jsou čtvercové. Jak synchronizační impulsy, tak impulsy čar jsou získány tvarováním derivovaných impulsů z příslušných děličů. Časové konstanty derivacního členu a vlastnosti integrovaných obvodů určují šířku jednotlivých impulsů.

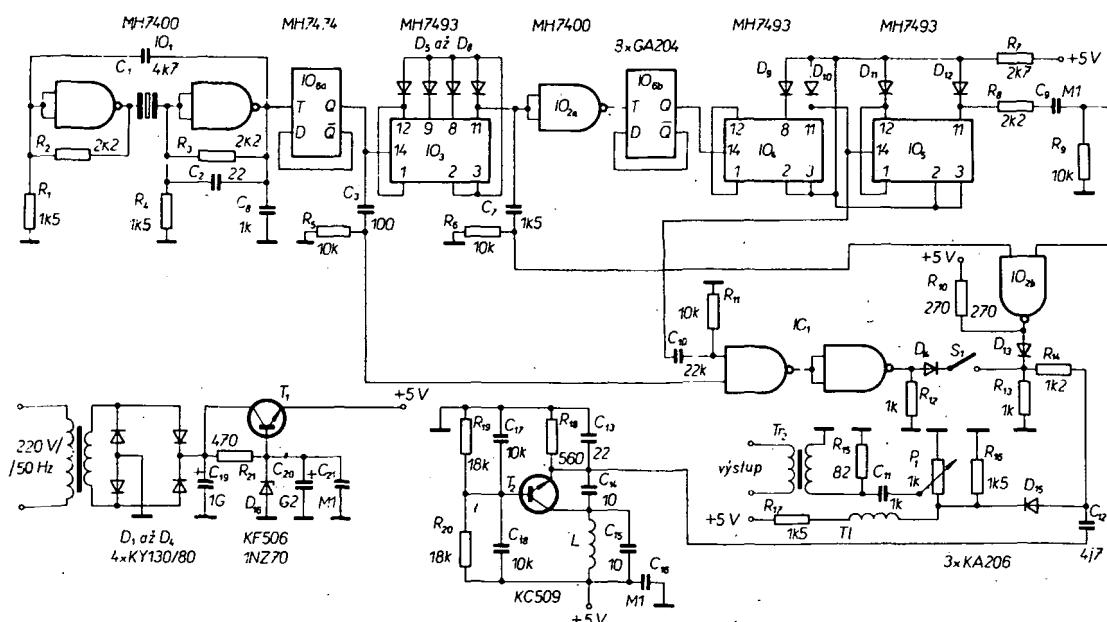


Obr. 1. Blokové schéma generátoru

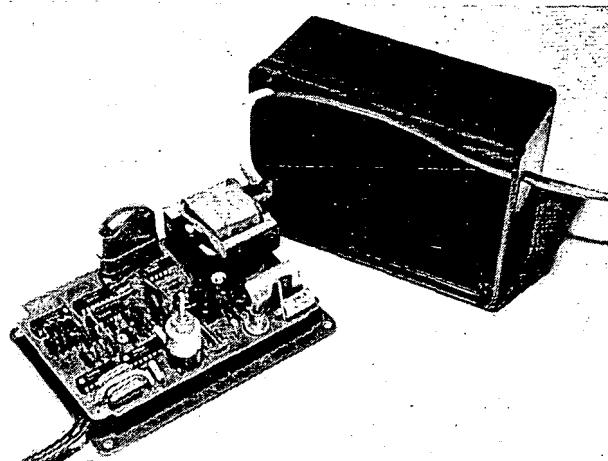


Synchronizační impulsy a impulsy čar jsou sečteny a přivedeny do modulátoru. Vysokofrekvenční signál z oscilátoru, pracujícího na kmitočtu 3. kanálu II. TV pásmu, je modulován zkušebním video signálem a přivádí se na antennní vstup televizního přijímače.

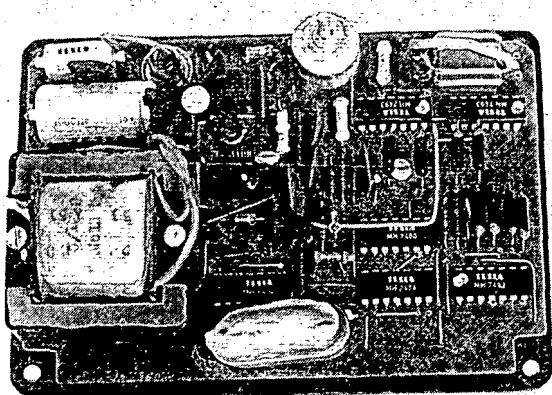
Schéma zapojení přístroje je na obr. 2. Mechanické provedení je zřejmé z obr. 3 a 4, deska s plošnými spoji J 522 je na obr. 5. Základní oscilátor s kmitočtem 468 kHz tvoří integrovaná hradla IO_1 (a, b). Děliče 2 : 1 jsou z klopných obvodů typu D (MH7474) s vazbou D na Q. Děliče 15 : 1 a 312 : 1 jsou koncepčně řešeny obdobně. Využívají k dělení binárních děličů MH7493, přičemž počítání cyklus je po dosažení určitého stavu, odpovídajícího dělícímu poměru, ukončen pomocí diodové matice návratem integrovaných obvodů do stavu log. 0. Pro pochopení činnosti můžeme vyjít z tabulky logických stavů při čítání. Po dosažení stavu log. 1 na zvolených výstupech má diodová matice výsledný součet log. 1 a nulovací vstup uvede obvod do počátečního (vynulovaného) stavu a cyklus začíná znovu. Na jednom integrovaném obvodu MH7493 tak lze získat dělič poměr od 2 do 16. Děličem 15 : 1 je integrovaný obvod IO_3 , dělič 312 : 1 tvoří integrované obvody IO_4 , IO_5 a IO_6 . Impulsy pro horizontální čáry jsou odvozeny z části děliče 312 : 1 (IO_3 , IO_6). Jak již bylo uvedeno, je jak pro impulsy čar, tak pro synchronizační impulsy nutno zajistit určitou šířku. Impuls z děliče je proto tvarován derivacním členem RC a následujícím integrovaným hradlem. Časová konstanta derivacního člena, zahrnující v sobě vliv odporu u vstupního



Obr. 2. Schéma zapojení generátoru



Obr. 3. Celkové provedení generátoru mříží



Obr. 4. Montáž desky přístroje

tranzistoru hradla, a překlápací úroveň hradla určují šířku impulsů svislých a vodorovných čar a synchronizačních impulsů. Derivační členy čar jsou $R_5 C_3$, $R_{11} C_{10}$, u synchronizačních impulsů $R_6 C_7$, $R_9 C_6$. Logický součin součinovými hradly NAND zajistí stav výstupu hradla log. 1, vyskytne-li se na vstupu impuls alespoň jedné čáry, popř. synchronizačního impulsu. Výsledné synchronizační impulsy mají úroveň log. 1, impulsy čar log. 0. Amplituda synchronizačních impulsů je zároveň větší než úroveň impulsů čar (pomoci předpěťových odporek R_{10} , R_{12}), aby synchronizační signál přesahoval úroveň „černé“. Synchronizační signál a signál mříží je sečten pomocí diod D_{13} a D_{14} , které současně oddělují výstupy tvarovačů. Vysokofrekvenční oscilátor s tranzistorem T_2 pracuje na kmitočtu asi 78 MHz (3. kanál II. TV pásmu). Vysokofrekvenční signál a modulační signál se přivádějí na modulační diodu D_{15} , která mění svoji vodivost podle

předpětí na diodě, daného modulací a stejnosměrným napětím (R_{17} , R_{16} , P_1). Dioda vede nejvíce v oblasti synchronizačních impulsů a nevede v době trvání impulsů čar. Tímto způsobem získáváme modulovaný vysokofrekvenční signál. Úroveň signálu je řízena potenciometrem P_1 až do úrovně 50 mV. Přes symetrikační člen T_7 se signál přivádí na vstup TVP . K napájení všech obvodů slouží stabilizovaný zdroj +5 V s jednoduchou stabilizací tranzistorem T_1 a referenčním napětím z diody D_{16} . Vypnutím spínače S_1 se přeruší přívod signálu čar do modulace (na obrazovce se objeví pouze bílá plocha).

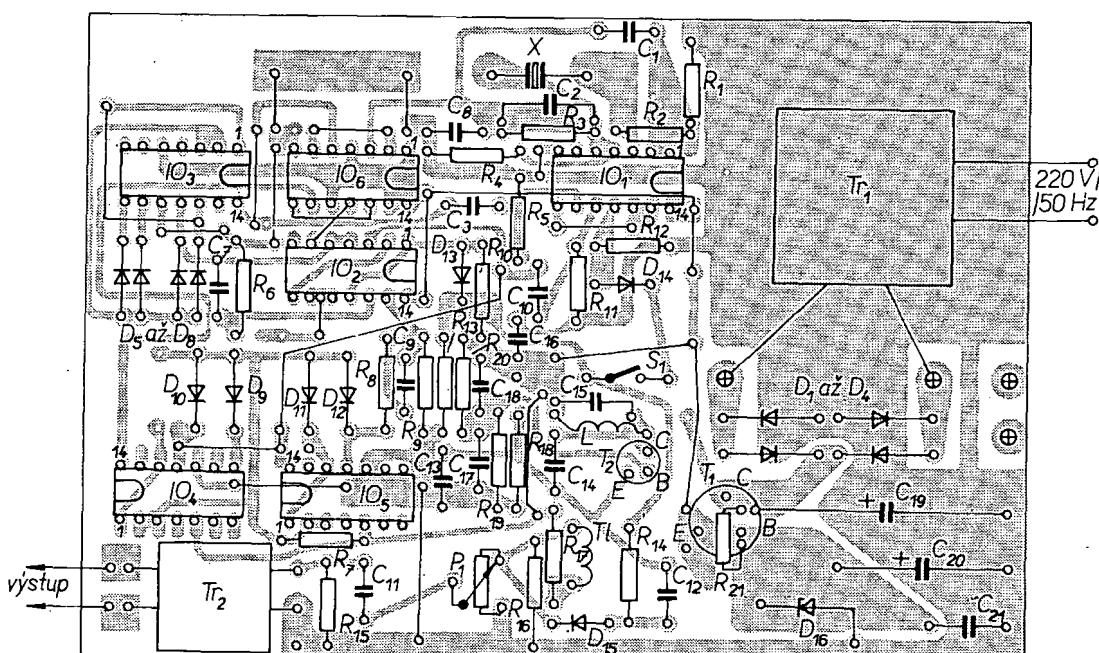
Mechanické provedení generátoru mříží je zřejmé z obr. 3 a 4. Součástky jsou připájeny na desce s plošnými spoji, celek je vestavěn do krabičky z plastické hmoty. Na horní stěně skřínky je knoflík potenciometru pro řízení amplitudy výstupního signálu; výstupní signál je vyveden televizní dvoulinkou.

Rozmístění součástek je patrné z obr. 5.

Údaje a označení použitých součástek odpovídají schématu na obr. 2. Typ použitých součástek není kritický; odpory jsou vesměs TR 112 a TR 151, kondenzátory keramické a elektrolytické (řada TE 980). Síťový transformátor je tovární výrobek (TRMc 12 MuR), vyhoví však kterýkoli síťový transformátor 220 V/12 V pro proud sekundárního vinutí alespoň 0,2 A. Indukčnost laděného obvodu L je samonosná cívka (12 z drátu o \varnothing 0,3 mm), vysokofrekvenční tlumivka T_1 má 30 z drátu o \varnothing 0,15 mm na feritové tyčce o \varnothing 3 mm.

Literatura

- [1] Filipzik, H.: PAL - Regenbogengenerator. Funktechnik, 22, č. 9/1967, str. 311 až 315.
- [2] Gublass, E.: Angewandte Digitaltechnik im Fernseh-Service-Gittermuster-Generator „SPG 221“. Funktechnik, 29, č. 4/1974, str. 125 až 128.



Obr. 5. Deska s plošnými spoji J 522 generátoru mříží

Přijímací technika

Tuner pro VKV 66 až 104 MHz

Ing. Jan Klabař

Tuner je řešen jako doplňková jednotka k vestavění do přijímače či nf zesilovače. Jeho mechanická i elektrická koncepce je netradiční, avšak přesto by ani jeho výroba, ani nastavení neměly činit výněk potíže i méně vyspělým zájemcům o jeho stavbu. Tuner sestává ze dvou samostatných celků (na dvou deskách s plošnými spoji), ze vstupní jednotky a z mezifrekvenčního zesilovače, jehož hlavní části je integrovaný obvod MAA661. Řešení se dvěma deskami bylo zvoleno proto, aby bylo možno v případě potřeby využít pouze jednu části zapojení. Obě desky jsou spolu (po zapojení součástek) pevně spojeny připájením (přes stínící přepážku).

Vstupní jednotka

Je osazena třemi tranzistory a má čtyři laděné obvody, záporný pól napájecího napětí je spojen s kostrou. Ladění přes obě pásmá VKV zajišťuje čtveřice varikapů čs. výroby KB105G; řidicí napětí pro ně je kladné (od 1,5 do 20 V). Potlačení nezádoucích kmitočtů: mf kmitočet 74 dB; zrcadlový kmitočet 34 dB; potlačení signálu stanice, která pracuje na kmitočtu, o polovinu mf kmitočtu větším než je přijímaný kmitočet ($f_p + 1/2 \text{ mf}$) je 54 dB. Napěťový zisk jednotky je 36 dB, jmenovité napájecí napětí je 12 V. Protože vstupní jednotka musí být schopna přijímat nejen slabé signály vzdálených vysílačů pásmá CCIR, ale musí také dobře zpracovat silné signály místních stanic, je použit samostatný tranzistor v obvodu oscilátoru, aby nedocházelo ke strhávání kmitočtu oscilátoru silným přijímaným signálem. Toto zapojení má také podstatně větší kmitočtovou stabilitu ve srovnání se samokmitajícím směšovačem, což se příznivě projeví při příjmu slabších stanic.

Podnětem k použití čs. varikapů k ladění jednotky byl trvalý nedostatek vhodných ladících kondenzátorů na našem trhu, a také výhodné vlastnosti varikapů, jako jsou malé rozložení, snadná montáž, možnost dálkového či tlačítkového ladění aj. Protože je stavba tuneru určena spíše téměř známým, neboť na škodu říci si několik slov pro objasnění vlastnosti varikapu.

Varikap je podstatně polovodičová dioda s přechodem p-n, na kterém se vlivem volných dír a elektronů (dále nositelů) vytváří rozdíl potenciálů (difúzní napětí U_b). Vznikem U_b se zastaví další difúze, neboť toto napětí odpudí elektrostatickou silou další volné nositele od přechodu. Vytvoří se tak přechodová vrstva bez volných nositelů, jejíž izolační vlastnosti odpovídají dielektrické konstantě příslušného polovodiče. Připojením vnějšího napětí na přechod (záporným polem na oblast p, kladným na oblast n) se zvětší přechodová izolační vrstva, neboť se zvětší elektrostatické odpudivé síly pro volné nositele. Změnou velikosti vnějšího napětí můžeme ovlivňovat tloušťku izolační vrstvy a tím kapacitu přechodu. Při zvětšení vnější-

ho napětí se kapacita zmenšuje, při zmenšení napětí se zvětšuje. Maximální přípustné napětí na přechodu v závěrném směru (a tím i nejmenší dosažitelná kapacita) jsou udány výrobcem. Proud v závěrném směru je téměř nulový.

Průběh kapacity varikapu v závislosti na řidicím napětí je, značně nelineární a svým charakterem se poněkud přibližuje průběhu logaritmickému. Je proto výhodné použít k regulaci řidicího napětí logaritmický potenciometr zapojený tak, aby se oba průběhy částečně kompenzovaly. Varikap však, lze také řídit napětím střídavým, což poněkud zpříjemní požadavky na stejnosměrné řidicí napětí, jež musí být nejen dokonale stabilizované, aby se tuner nerozložoval vlivem kolísání napětí, ale také musí být dokonale usměrněné (při dálkovém ladění jeho vedení stíníme, aby se nemohlo namodulovat do signálu brum). Rovněž napětí blízkého vysílače nakmitané na laděných obvodech může být zdrojem nepřijemnosti, protože varikap je současně také usměrňovací diodou. Je-li nakmitané výpětí dosti velké, může po usměrnění posouvat počáteční kapacitu varikapu, popř. se může zmenšit odolnost proti křížové modulaci a intermodulaci. Nejmenší ladici napětí pro varikap musíme volit tak velké, aby bylo větší než toto případné napětí.

Aby bylo možno vstupní jednotku snadněji realizovat, byly všechny indukčnosti laděných obvodů navrženy v plošném tvaru a vyrobeny odlepáním spolu se spoji na společné desce. Z hlediska opakování stavby jsou výhody těchto cívek nesporné, neboť odpadá shánění potřebného materiálu na výrobu vinutých cívek (kostry, jádra, drát) i jejich přesná výroba a nastavení. Určité nevýhody plošných cívek však značně omezují možnosti jejich použití; proto se s jejich vlastnostmi seznámíme podrobněji.

Určujícími veličinami při návrhu plošné cívky jsou (kromě indukčnosti) také požadovaná jakost a rozložení. Pro výpočet indukčnosti plošných cívek sice existují pokusně stanovené vzorce, avšak při konečném návrhu je třeba počítat s tím, že výsledná indukčnost se změní působením okolního prostředí. Dosažitelná jakost plošných cívek je určena

hlavně plochou vodiče, vzdáleností mezi závity, geometrickým tvarem cívky a ztrátovým činitelem izolační podložky. Všeobecně platí, že čím je závit širší a mezera mezi závity menší, tím je jakost cívky větší. Jak z hlediska výroby cívky, tak i z hlediska prostoru je tento vztah pro jakost nepříznivý. Rovněž velká plocha styku vodiče se základním materiálem jakost cívky zhoršuje vlivem ztrátového činitele materiálu podložky. Při návrhu a konstrukci těchto cívek je třeba volit vhodný kompromis mezi velikostí cívky, šířkou vodiče a mezerou mezi závity.

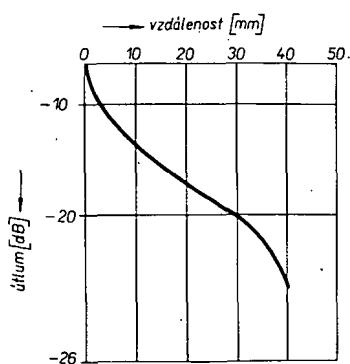
Tvar plošných cívek může být různý. V našem případě je použita pravoúhlá spirála, jež má (při stejném počtu závitů) přibližně o 12 % větší indukčnost než spirála kruhová, ale činitel jakosti je poněkud menší vlivem vififových proudů, vznikajících v rozích spirály. Mechanická stálost plošných cívek závisí hlavně na vlastnostech izolačního podkladu, jehož rozměry se při změnách teploty mění. V tomto ohledu je výhodnější použít pro plošné spoje cuprexít než cuprexkart.

Plošné cívky tvoří vlastně malou rámovou anténu (jak vysílací, tak i přijímací), a aby nedocházelo k vzájemné vazbě mezi nimi, musí být od sebe dostatečně vzdáleny. Průběh útlumu v závislosti na vzdálenosti cívky je v grafu na obr. 1. Zesílení stupně musí být navrženo s ohledem na možnou vzdálenost vstupní a výstupní cívek.

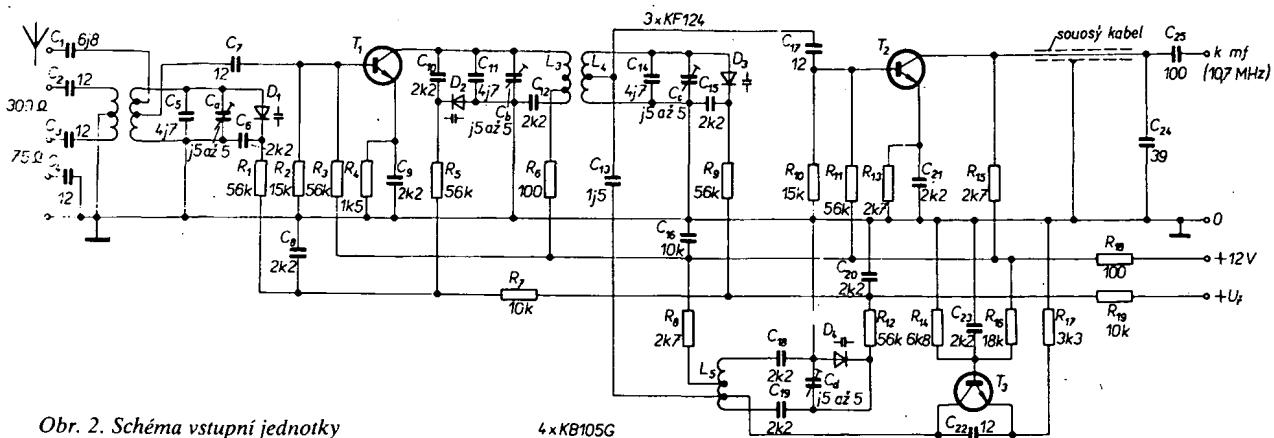
Cívky tuneru jsou navrženy tak, aby bylo dosaženo příznivých parametrů vstupní jednotky i za cenu poněkud větších rozměrů jednotky. Jakost obvodů realizovaných těmito plošnými cívkami není příliš velká; tím je i šířka přenášeného pásmá dosti značná, což má nepříznivý vliv na přenosové vlastnosti jednotky. Bylo proto zvoleno zapojení vstupní části se čtyřmi laděnými obvodůmi a s transformátorovou vazbou mezi vstupním a směšovacím tranzistorem.

Popis zapojení vstupní jednotky

Schéma zapojení je na obr. 2. Antenní vstup je symetrický (300 Ω), s uzemněným středem. Na jednu polovinu této symetrické smyčky, řešené v plošném tvaru, lze (proti



Obr. 1. Vliv vzdálenosti dvou plošných cívek na útlum indukovaného napětí



Obr. 2. Schéma vstupní jednotky

zemí) připojit souosý kabel (75Ω). Pro místní příjem lze připojit na vstupní cívku přes kapacitu C_1 náhrázkovou drátovou anténu. Vhodným provedením anténní vazby u vstupní cívky (obr. 3) je dosaženo symetrii obou polovin vazebního vinutí lepší než 1 dB (proti uzemněnému středu). Kapacity v anténním přívodu (C_2, C_3) v zemním přívodu při použití souosého vodiče (C_4) jednak galvanicky oddělují jednotku od anténního svodu (bude-li vestavěna do sítového příjimače), jednak omezují případné pronikání signálů krátkovlných stanic z antény přes vstupní jednotku do mf zesilovače. Tyto kapacity poněkud změňují úroveň vstupního signálu a proto je nepoužijeme, nebude-li jich bezpodmínečně zapotřebí. Aby malá

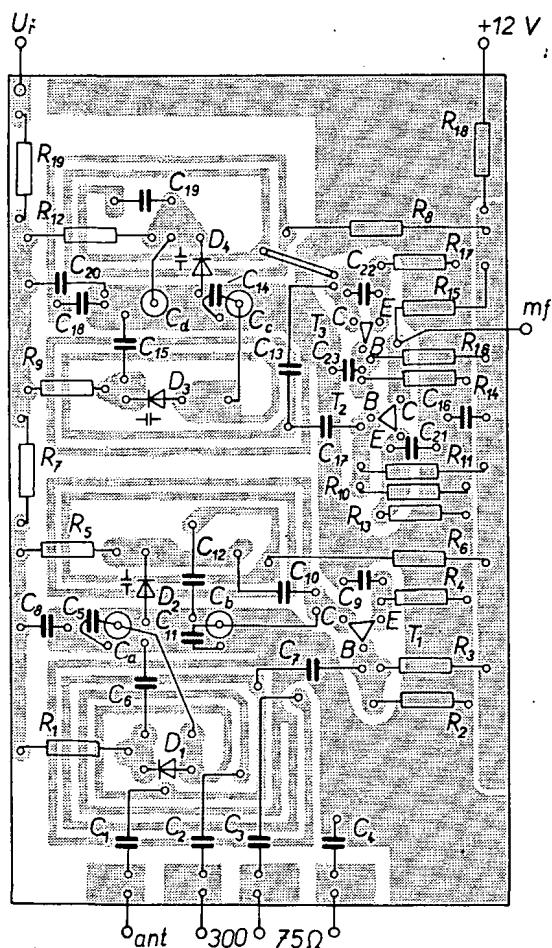
impedance tranzistoru netlumila vstupní obvod, je signál veden na bázi T_1 přes malou kapacitu (C_7).

Pro rovnoměrný přenos signálu mezi výstupním obvodem T_1 a vstupním obvodem T_2 v celém přenášeném kmitočtovém pásmu je nutno správně vázat obvody mezi sebou. Při použití vinutých pásmových filtrů je velmi důležité (a současně obtížné) dodržet předepsané umístění cívek, jejich vzdálenosti, smysl a stoupání vinutí tak, aby vazba mezi obvody byla nejen indukčního charakteru, ale také kapacitní, a byl tedy dodržen stálý činitel vazby v celém provozním pásmu kmitočtů. Je-li pásmový filtr realizován plošnými cívkami, je pro správnou vzájemnou vazbu rozhodující poloha obou cívek na

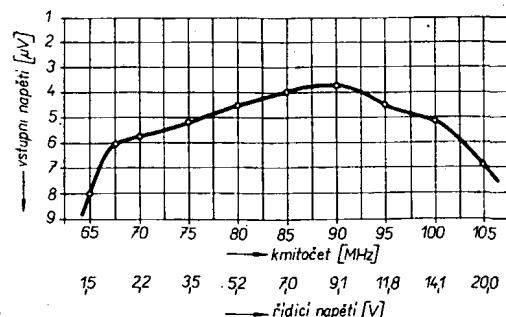
destičce, jejich velikost, směr vinutí a vzájemná vzdálenost. Obvod musí být správně navržen a experimentálně dořešen autorem; při samotné stavbě na hotové desce s plošnými spoji je práce ve srovnání s „vinutými“ obvody mnohem snazší.

Kapacitý 2,2 nF v jednotlivých laděných obvodech slouží ke stejnosměrnému oddělení obvodů. Musí mít malé rozdíly a co nejménší indukčnost, aby příliš neměnily rezonanční kmitočet obvodů. Vhodné jsou malé typy poduškového provedení (hnědé barvy). Jejich kapacita není kritická a může být 1 až 5 nF. Přívody ke všem součástkám v laděných obvodech co nejvíce zkrátíme, aby se jejich indukčnost příliš neuplatnila. Směšovač je navázán na laděný obvod malou kapacitou ze stejného důvodu jako u vstupního obvodu. Vf napětí z oscilátoru je přivedeno na bázi směšovače přes kapacitu C_{13} , která má být co nejménší, aby silný signál místního vysílače, přivedený přes vstup na bázi směšovače přes tuto kapacitu, nerozlaďoval oscilátor. Výstup ze směšovače je veden krátkým souosým kablíkem přes kapacitu 1,5 nF do mf zesilovače. Kondenzátor 39 pF tlumi vysíší složky směšovacích produktů.

Zapojení oscilátoru je běžné; ihned po zapojení by měl oscilátor správně pracovat. Při stavbě vstupní jednotky doporučuji zapojit a vyzkoušet nejprve oscilátor, což bude pro většinu zájemců velmi snadné i bez použití jakýchkoli měřicích přístrojů. Po zapojení všech součástek oscilátoru na desku připojíme napájecí napětí (stačí dvě ploché baterie) a přes potenciometr (jeho konce připojíme na toto napájecí napětí, střed na vývod U_1) připojíme řídící napětí varikapu. Pro kontrolu správné činnosti použijeme přístroj, který se dnes jistě najde v každé domácnosti, a to televizní přijímač, který bude indikovat druhou harmonickou kmitočtu našeho oscilátoru. Kanálový volič TVP přepneme na některý kanál ve třetím TV



Obr. 3. Deska s plošnými spoji J 523
vstupní jednotky



Obr. 4. Cílivost vstupní jednotky pro poměr signálu k šumu 26 dB v závislosti na kmitočtu, popř. řídicím napětí (měřeno při kmitočtovém zdvihu 22,5 kHz)

pásmu. Do anténní zdířky TVP zasuneme kus vodiče, který přiblížíme k cívce oscilátoru nebo jej připojíme na některý pól napájení oscilátoru (jen pokud napájíme z baterie). Pomalým otáčením potenciometru musíme nalézt jedno či více míst, kdy se ve zvuku TVP zvětší šum a obrazovka potemní, popř. se na ní objeví četné vertikální vlnění. Při největším ztěmění obrazovky šum v reproduktoru zanikne. Nereaguje-li TVP při otáčení potenciometrem, je vada jedině v oscilátoru. Po zapojení celé vstupní jednotky je vhodné tuto zkoušku opakovat. Průběh změny kmitočtu v závislosti na řídicím napětí je patrný z grafu na obr. 4.

Všechny použité odpory jsou běžné (malého provedení), kondenzátory poduškovité či terčíkové. Stěbové (trubičkové) kondenzátory nepoužíváme pro jejich poměrně velkou indukčnost. Je-li jednotka správně vyrobena a nastavena (o nastavení si povíme v závěru), nelíší se svými parametry od přijímačů střední jakostní třídy.

Koncepcie mezifrekvenčního zesilovače

Uvedení integrovaného obvodu MAA661 na trhu umožnilo realizovat novou koncepci laděného mf zesilovače. Zisk tohoto obvodu na kmitočtu 10,7 MHz je srovnatelný se ziskem třístupňového zesilovače; při jeho použití jako mf zesilovače je třeba připojit na jeho vstup dostatečně selektivní pásmovou propust, aby bylo zesíleno pouze potřebné kmitočtové pásmo. K tomuto účelu se používají buď filtry soustředěné selektivity sestavené z několika jednoduchých laděných obvodů, vázaných většinou kapacitní napěťovou vazbou, nebo keramické filtry. Filtry soustředěné selektivity s obvody LC jsou výrobě náročné a jejich správné a přesné nastavení vyžaduje těžko dostupné měřicí přístroje. Keramické filtry jsou zase svou prodejnou cenou a naprostým nedostatkem na trhu pro většinu zájemců nedostupné.

V mf zesilovači, použitém v tuneru, se používá autorem navržené a četnými zkouškami ověřené řešení. Filtr je velmi levný, lehce dostupný, výrobně jednoduchý, poměrně snadno nastavitelný a průběh jeho kmitočtové charakteristiky je srovnatelný s kmitočtovou charakteristikou třístupňového zesilovače. Řešení využívá skutečnosti, že při induktivní vazbě dvojitého laděného obvodu je určujícím činitelem průběhu kmitočtové charakteristiky nejen jakost obvodu, ale také stupeň vazby mezi nimi.

Volba šířky pásmu, jakou má přenést mf zesilovač, je stále ještě do určité míry věci názoru. Z teorie kmitočtové modulace je známo, že signál FM obsahuje široké kmitočtové spektrum a k jeho přenesení bylo třeba značně šířky kmitočtového pásmu. I když jsou postranní složky přenášeného kmitočtu v signálu potřebné, neboť dotvářejí věrný zvuk, přesto je třeba šířku pásmu omezit na únosnou míru. Západní normy doporučují užší kmitočtové pásmo, protože jsou k tomu nuteny velkým počtem vysílačů s malými odstupy nosných kmitočtů; norma CCIR z r. 1963 doporučuje šířku podstatně větší. Optimální řešení pro přijímač pracující v obou normách a splňující požadavky na jakostní přenos signálu i z hlediska rušení sousedními vysílači je šířka přenášeného pásmu 200 až 240 kHz a co nejstrmější boky křivky propustnosti. Tato šířka pásmu se doporučuje pro příjem monofonního i stereofonního signálu.

Dvojité laděné obvody (pásmové propusti) jsou velmi často používány jako vazební článek mf zesilovačů, protože jejich selekti-

vita je mnohem větší než při vazbě jednoduchými obvody. Součinník zisku a šířky pásmu u vícestupňových zesilovačů je při jejich použití velmi nepříznivý. Aby byla selektivita dostatečná při potřebné šířce přenášeného pásmu i při příjmu stereofonního signálu, navrhují se obvykle mf zesilovače tří až čtyřstupňové. Zisk takového zesilovače je již plně vyhovující i při šířce pásmu 250 kHz a strmosti boků křivky propustnosti 30 až 36 dB při šířce pásmu 600 kHz.

Pásmová propust, použitá v popisovaném mezifrekvenčním zesilovači, je v podstatě velmi málo zatluměný dvojity laděný obvod významnou pouze vzájemnou indukční vazbou, jednoduše a přesně nastavitelnou. K tomu, aby mohl být stupeň vazby plynule měněn a tím byl dosažen potřebný tvar přenosové charakteristiky, bylo třeba vhodně uspořádat oba rezonanční obvody tak, aby bylo možno vazbu měnit.

Zapojí-li se dva paralelní rezonanční obvody LC tak, aby je zdroj i záťaž zatěžovaly co nejméně, bude jakost obvodu při použití jakostní cívky a dobrého jádra značná, strmost boků křivky propustnosti každého obvodu bude velká, avšak šířka přenášeného pásmu (pro pokles o 3 dB) každého z obvodů bude velmi malá. Změnou vzájemné vazby mezi těmito obvody můžeme dosáhnout podkritické, kritické či nadkritické vazby a tómu odpovídající průběh křivky propustnosti. Vhodným tlumením obou obvodů a nastavením vazby mezi cívkami lze měnit šířku propouštěného pásmu a strmost boků křivky propustnosti.

Konstrukce pásmové propusti

Jako nejvhodnější pro vytvoření potřebného stupně vazby a pro její plynulou změnu se ukázala po mnoha ověřovacích pokusech běžně dostupná feritová tyčka z materiálu N2N, používaná pro feritové antény v pásmu středních vln. Byla označena modrým nebo zeleným bodem; oba typy jsou stejně vhodné a po nepatrném doladění zájemné. Uvedené ferity jsou vhodné jako vazební prvek pro pásmové propusti popsaného typu, které pracují na rezonančním kmitočtu v pásmu 3 až 20 (25) MHz. Při vyšších kmitočtech se zmenšuje strmost boků a zvětšuje se přenášená šířka pásmu. Při kritické vazbě lze dosáhnout na kmitočtu 3 MHz šířky pásmu 100 kHz, na kmitočtu 21,4 MHz šířky až 1 MHz. Délka feritové tyčky je (podle použitého rezonančního kmitočtu) 100 mm (pro 3 MHz) až 40 mm (pro 21,4 MHz). Pro kmitočet 10,7 MHz byla zjištěna jako nejvhodnější délka 55 mm.

Výroba feritové pásmové propusti (obr. 5) je velmi snadná a je obdobná pro libovolný rezonanční kmitočet. Pro kmitočet 10,7 MHz je použita tyčka o průměru 7 až 8 mm a o délce 55 ± 2 mm, zakoupená buď přímo s tímto rozměrem, nebo získaná zkrácením delšího kusu (hranou ostrého pilníku se zapiluje do hloubky 1 mm drážka a ferit se přelomí). Na tyčku je z každé strany (2 mm od konce) ve stejném smyslu navinuto po osmi závitech drátu o průměru 0,25 až 0,3 mm CuL závit vedle závitu. Vnitřní

konce obou cívek jsou uzemněny. Vzájemná zámena vývodů či zámena smyslu vinutí nemá podstatný vliv na tvar přenosové charakteristiky, má pouze malý vliv na útlum. Obě cívky jsou zajištěny proti posunutí zakápnutím (voskem, lakem).

Jsou-li oba rezonanční obvody stejně vzdáleny od konců tyčky, je střední kmitočet přenášeného pásmu nejmenší a útlum propustí také nejmenší. Posuvením feritové tyčky lze měnit rezonanční kmitočet až o 1 MHz směrem k vyšším kmitočtům, přičemž se útlum zvětší až o 6 dB. Posuvením cívek rezonančních obvodů ke středu feritu přechází vazba v nadkritickou.

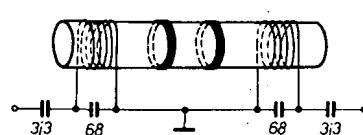
Mezi oběma rezonančními cívками jsou na feritu umístěny dva zkratovací měděné kroužky posuvné po tyčce. Jsou vyrobeny navinutím dvou závitů neizolovaného měděného drátu o průměru 0,8 mm propojených címem. Symetrickým posouváním obou kroužků po feritu směrem k cívkám se mění vazba mezi obvody od nadkritické (oba kroužky uprostřed), přičemž je šířka pásmu pro pokles o 3 dB větší než 350 kHz, až k podkritické vazbě se šířka pásmu asi 150 kHz. Dalším posuvem kroužků k cívkám se začne zvětšovat útlum propusti a šířka propouštěného pásmu se již téměř nemění; poněkud se mění pouze rezonanční kmitočet. Místo dvou kroužků lze použít jeden prstenec o šířce 5 až 20 mm podle požadované šířky přenášeného pásmu (pro 200 kHz je prstenec široký 14 mm). Posunem feritové tyčky (s prstenem tlumení uprostřed) mezi cívky upevněnými nepohyblivě na desce s plošnými spoji lze jednoduše dosáhnout kritické vazby nastavením na nejmenší útlum propusti. Čím užší je prstenec, tím je propouštěné pásmo širší.

Pro dané určité tlumení, dané polohou kroužků či šířkou prstence, je charakteristická nejvhodnější vzdálenost obou cívek na feritu a tomu odpovídající šířka propouštěného pásmu se stejným útlumem přenášeného signálu.

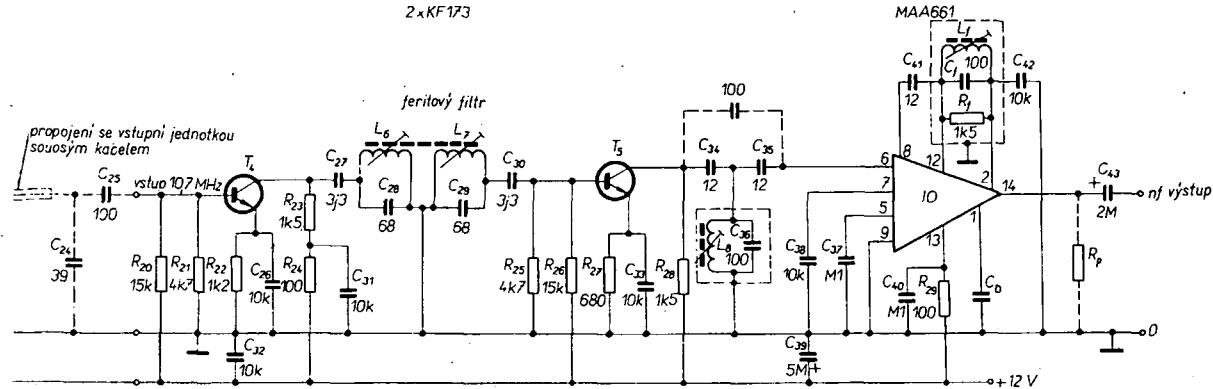
Feritovou pásmovou propust (ať s kroužky nebo s prstenem) lze poměrně jednoduše a dobře nastavit, a to pouze na minimální útlum, i bez měřicích přístrojů; s jejich použitím je však možno nastavit optimální pracovní podmínky propusti, tj. minimální útlum signálu při požadované šířce pásmu. S takto nastavenou pásmovou propustí se již oba následující obvody mf zesilovače ladí svými jádry pouze na maximální zisk (největší hlasitost nf signálu po demodulaci).

Upevněním feritové tyčky s cívками na desku s plošnými spoji a paralelním připojením kondenzátorů 68 pF ke každé desce je propust hotová, zbývá ji pouze nastavit. Stínit ji není bezpodmínečně nutné, protože vlivem tlumených kroužků je ferit rozdělen na dvě samostatné části a pro pracovní kmitočet je už ferit tohoto typu jako anténa nevhodný. Při umístění feritové propusti se snažíme, aby nebyly v její těsné blízkosti (10 až 20 mm) rozměrnější kovové předměty; malá vzdálenost (menší než 5 mm) vodivých předmětů zvětšuje útlum propusti.

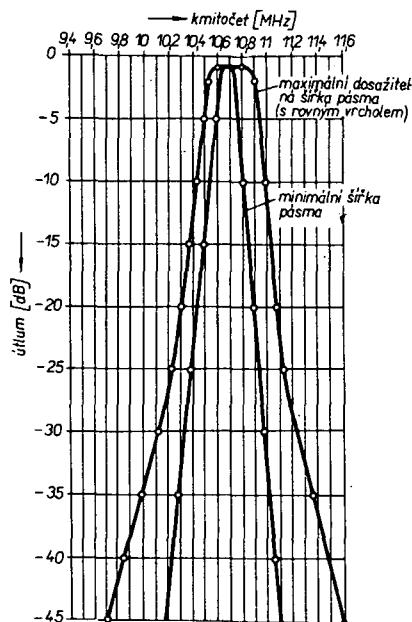
S délkou feritové tyčky 55 mm lze dosáhnout na kmitočtu 10,7 MHz vazby kritické i nadkritické; při kritické vazbě je také přenos v napětí největší, nastavujeme tedy vazbu na maximální zesílení. Vhodný průběh křivky dosáhneme posouváním zkratovacích kroužků po tyčce mezi cívkami. Protože se posunem kroužků poněkud mění rezonanční kmitočet obvodu, musíme, je-li třeba jej bezpodmínečně dodržet, oba obvody doladit buď paralelním připojením malých kapacit nebo malou změnou polohy rezonančních



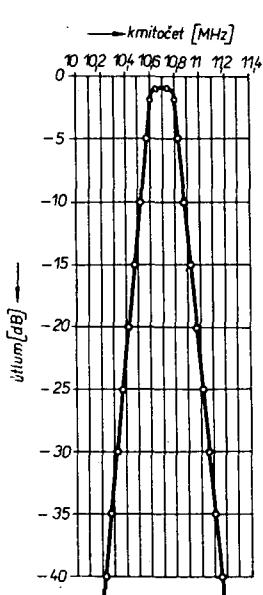
Obr. 5. Feritová pásmová propust



Obr. 8. Schéma mf zesilovače a demodulátoru



Obr. 6. Nejmenší a největší dosažitelná šířka
pásma propusti



Obr. 7. Šířka pásmá propusti, nastavená u popisovaného tuneru

cívek na feritu. Optimálním nastavením tlumicích kroužků lze dosáhnout mírně nadkritické vazby se šířkou pásma 200 až 250 kHz; průběh křivky S_{300} (strmost boků) je srovnatelný s křivkou zesilovače běžného provedení se třemi laděnými propustmi.

Vazba feritové pásmové propusti na výstup a vstup tranzistorů je (obr. 5) napěťová kapacitní s použitím velmi malých kapacit, aby rezonanční obvody byly co nejméně tlumeny vnitřním odporem tranzistorů. Zvětšením vstupní a výstupní kapacity se sice zmenší útlum, ale rozšíří se přenosová křivka. Na obr. 6 jsou křivky útlumu feritové pásmové propusti pro nejmenší a největší (při plochém vrcholu průběhu) dosažitelnou šířku pásmá, na obr. 7 je křivka útlumu propusti, použitá v tuneru.

Zapojení mf zesilovače

Je na obr. 8. Vstupní obvod mezifrekvenčního zesilovače je neladěný, signál se přivádí přímo na bázi tranzistoru T_4 . Vazba na vstupní jednotku je realizována pouze kapacitním děličem C_{24} a C_{25} . Výstup mf signálu z tranzistoru T_5 je na vstup integrovaného obvodu přiveden přes jednoduchý laděný obvod, který (protože je neladěn na střed přenášeného pásma) poněkud vyrovnává křivku v případě malé nadkritické vazby. Tento obvod také částečně zlepšuje přenos signálu a upravuje fázové poměry na vstupu integrovaného obvodu; na selektivitě zesilovače se prakticky nepodílí.

Mf signál je zesílen a demodulován integrovaným obvodem TESLA MAA661. Ten-to obvod je ekvivalentní zahraničnímu obvodu TAA661B. Obvod obsahuje na desce rozměru $1,25 \times 1,25$ mm širokopásmový limitující zesilovač, koincidenční detektor určený k demodulaci signálu FM, napěťový stabilizátor, který umožňuje spolehlivou činnost obvodu v rozmezí napájecího napětí 6 až 15 V a výstupní nf zesilovač. Kmitočtový rozsah, který je tento obvod schopen zpracovat, je podle údajů výrobce 5 kHz až 60 MHz.

Širokopásmový zesilovač je složený ze tří diferenciálních stupňů vzájemně vázanych emitorovými sledovači. Zisk zesilovače na kmitočtu 10,7 MHz je asi 60 dB a při dosta-tečném vstupním vý náprávě se amplituda signálu dokonale symetricky omezuje bez parazitních fázových posuvů. V zesilovači je zavedena stejnosměrná stabilizační zpětná vazba, jež zajišťuje spolehlivou činnost obvo-du v teplotním rozsahu 0 až 100 °C. K demodulační signálu není použit klasický detektor; využívají se k ní logické funkce (coincidence).

Zapojení a činnost demodulačních obvodů

Správná činnost celého mf zesilovače je závislá i na dodržení optimálních pracovních podmínek detektoru v *10*. I když je nastavení této podmínky v praxi jednoduché, přesto nebude na škodu, když se v krátkosti seznámíme s činností demodulačních obvodů. Napětí z výstupu diferenciálního zesilovače se vede na dva omezující zesilovače jednak přímo, jednak přes vnější fázovací obvod. Následkem koincidence (délky časové shody dvou napěťových impulsů, vzájemně fázově posunutých o 90°) obvodu budou na jeho výstupu kladné impulsy pouze tehdy, budou-li mít napětí na jeho vstupech shodnou polaritu. Při změnách kmitočtu se mění také fázový posuv obou vstupních napětí a tím i interval, v němž budou obě polarity shodné. Výsledná šířka výstupního impulsu bude proto závislá na okamžitém kmitočtu vstupního signálu. Výstupní impulsy s proměnnou šířkou se přivádějí na integrační člen *RC*, jehož kondenzátor (C_D na vývodu *1 IO*) se nabíjí na střední hodnotu napětí. Při středním mf kmitočtu f_0 bude na kondenzátoru právě polovina maximální hodnoty vstupního napětí. Změnil se kmitočet, změní se i fázový posuv. Při změně kmitočtu na jednu stranu od f_0 dochází ke koincidenci v delších časových intervalech a výsledně napěťové impulsy jsou delší (tím je také výstupní napětí větší než polovina). Při opačné změně kmitočtu je koincidence kratší, impulsy jsou kratší a výsledně napětí menší. Tak se bude amplituda výstupního signálu zvětšovat či zmenšovat souhlasně s fázovým rozdílem obou napětí a bude tedy přímo úměrná kmitočtovému zvětšení.

Aby koincidenční detektor pracoval bez zkreslení, musí fázovací člen splňovat požadavek lineárního převodu napětí v daném kmitočtovém pásmu. Tomuto požadavku nejlépe vyhovuje jednoduchý obvod *LC*. Použije-li se tento obvod jako součást fázovacího obvodu, závisí lineární oblast demodulační charakteristiky pouze na jeho jakosti. Čím je jakost obvodu větší, tím je použitelné kmitočtové pásmo užší a demodulační křivka strmější; také amplituda výstupního signálu se zvětší. Zlepší se i potlačení parazitní amplitudové modulace. Výhoda tohoto detektoru je zřejmá: k jeho nastavení stačí pouze přesně dodlat jediný laděný obvod, a to na maximum přijímaného signálu. Zatlumením obvodu vhodným odporem lze dosáhnout různé strmosti demodulační charakteristiky a současně měnit šířku pásmá pouštěného detektorem.

Nemá-li docházet ke zkreslení výstupního signálu z *IQ* vlivem nepřizpůsobení, je

důležité znát odpor zátěže. Největší přípustné zatížení výstupu integrovaného obvodu (nejmenší odpor) je při napájecím napětí 6 V odporem asi 10 k Ω (při napětí 12 V 2 k Ω).

Při použití téhoto odporu je zkreslení nf signálu asi 1% při zdvihu 50 kHz. Velký zatěžovací odpór (desítky či stovky kilohmů) obvodu nevadí; malý odpór jej neúměrně zatěžuje a zvětšuje se zkreslení nf signálu. Chceme-li použít zesilovač s malou vstupní impedanci, zařadíme na výstup IO přídavný zatěžovací odpór R_p (do série), kterým se upraví stejnosměrný pracovní bod výstupního tranzistoru IO (pro zatěžovací impedanci 500 Ω je odpór R_p 1,5 k Ω).

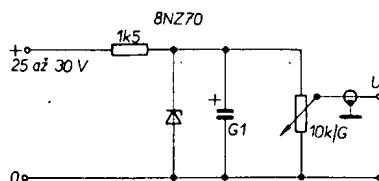
Kondenzátor C_b plní funkci deemfáze; může být přijímače používáno pouze pro monofonní příjem, je jeho kapacita 4,7 nF, pro příjem stereofonního signálu je to 150 pF. Větší kapacita pro „mono“ je použita proto, aby se potlačily vysoké kmitočty zdůrazněné na vysílací straně a snížil se tak šum, což má význam zejména při příjmu slabších stanic. Kondenzátor o kapacitě 150 pF použijeme k potlačení mf kmitočtu 10,7 MHz; po uvedení celého přijímače do provozu a po jeho konečném nastavení jej nahradíme kapacitou 4,7 nF.

Laděný obvod fázovacího členu (a jeho správné nastavení) určuje velikost zkreslení a potlačení rušivé amplitudové modulace. I když výroba tohoto obvodu není pracná, musíme ji věnovat náležitou pozornost. Jakost nemusí být velká, spíše naopak; obvod je ještě zatlumen odporem R_s , aby šířka pásma detektoru byla dostatečná. Příliš velké zatlumení zhoršuje potlačení AM a zmenšuje úroveň výstupního nf signálu. Cívka L_4 je navinuta na kostře o průměru 5 mm s jádrem M4 (ferit nebo ferokart) a je umístěna v hliníkovém krytu. Vinutí má 20 závitů na průměru 0,25 mm CuL.

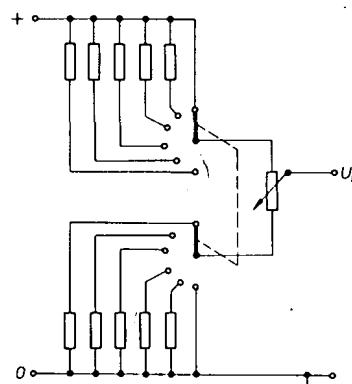
Integrovaný obvod nezapoujíme do obvodu přímo, ale pomocí objímky, kterou vyrábí n. p. TESLA Liberec a která je běžně k dostání (v provedení se šestnácti kolíky pod označením 6 AF 49769 nebo se čtrnácti kolíky pod označením 6 AF 46770). Objímky jsou zapojeny do desky s plošnými spoji. Pokud bychom chtěli zapojit IO přímo do desky, vložíme jej do předvrtných otvorů o průměru 1 mm v přesných roztečích 2,5 mm tak, aby spodek pouzdra neležel na desce, ale 0,5 až 1 mm nad ní. Osazení na vývodech integrovaného obvodu tuto vzdálenost zaručuje. Po vložení vývodů do otvorů se dva úhlopříčně protilehlé vývody ohnou, aby se během pájení (vždy s druhé strany desky!) nemuselo pouzdro tisknout k desce. Při pájení se doporučuje dokonale uzemnit hrot páječky, aby v obvodech nedošlo k nezádoucímu přepětí a tím ke zničení IO . Doba pájení jednoho vývodu by neměla přesahovat 5 s. Zapojení zbyvajících součástek je běžné.

Konstrukce a uvádění do chodu

Protože je tuner určen jako doplněk nf zařízení, u něhož umožňuje příjem rozhlasových pořadů v obou pásmech VKV, a také proto, že ladící prvek může být umístěn i odděleně od vlastní vstupní jednotky, není řešena celková mechanická koncepce tunera. Obě desky jsou pouze připájeny delšími stranami (kladným pólem) k sobě tak, aby tvorily jeden celek (lze také použít jedné společné desky s plošnými spoji). Mezi kladný spoj obou desek je vložen (kolmo na desku se spojí) pásek mosazného plechu, popř. oboustranně plátovaný cuprexit o šířce 30 mm a délce 75 mm (na straně spojů



Obr. 9. Zapojení zdroje řídícího napětí U_f



Obr. 10. Zapojení pro jemné ladění

přesahuje desky asi o 10 mm), jenž tvoří stínění mezi vstupní jednotkou a mf zesilovačem. Pozor, toto stínění je spojeno s kladným pólem zdroje; neuzemňuje se! Je vhodné umístit desku tunera ve stíněném prostoru, aby se omezilo pronikání případných nezádoucích signálů do obvodů. Dalšími mechanickými úpravami si každý může přizpůsobit konstrukci vlastním požadavkům a podmínkám.

Ladění jednotky je možno řešit různými způsoby; pro přívod ladícího napětí U_f však musí být v každém případě použit stíněný vodič. Napětí pro ladění se odebírá ze zdroje o napětí 25 až 30 V, které je stabilizováno Zenerovou diodou 8N770. Zapojení stabilizátoru s regulací ladícího napětí je na obr. 9. Při tomto jednoduchém způsobu ladění je správné vyladění stanice dosti obtížné, neboť malý úhel otočení potenciometru má za

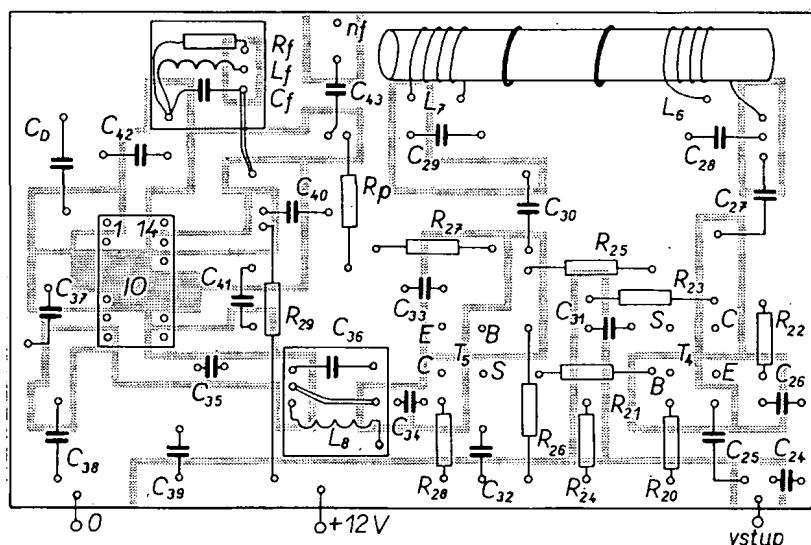
následek značnou změnu kmitočtu. Je proto potřebný velký mechanický převod ladění.

Nechceme-li zhotovovat mechanický převod a stupnice, můžeme využít zapojení podle obr. 10. Dvoupolovým několikapoložovým přepínačem přepínáme vhodné zvolené pevné odpory, kterými je rozděleno celé přeladované pásmo na krátké úseky a v nich se pak ladí potenciometrem. Tento potenciometr již může být lineární a při dostatečném počtu rozsahů (čtyři a více) je úhel natočení potenciometru dostatečně velký, aby vyladění stanice nebylo obtížné. Celkový odpór jedné větve (i s potenciometrem) je 10 k Ω . Odpor potenciometru je určen počtem rozsahů a může být 1 až 5 k Ω .

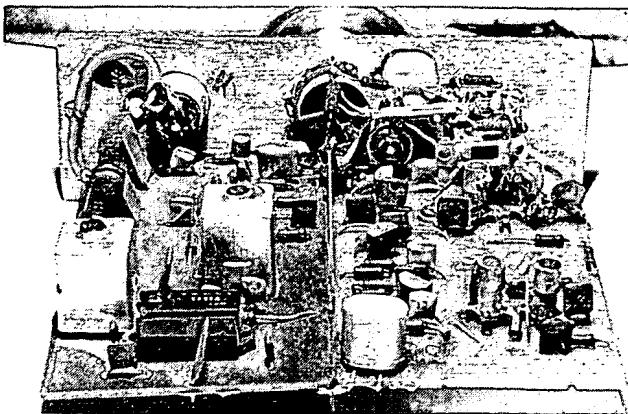
Při uvádění přijímače do chodu je vhodné použít jednodušší způsob ladění. Po zapojení celého tunera, kontrole zapojení a připojení výstupu tunera na nf zesilovač se připojí napájecí napětí. Je-li zapojení v pořádku, ozve se šum. Přiblížme-li kousek drátu k vývodu 6 IO, popř. na bázi T_5 , šum zesílí a můžeme zaslechnout signály stanic, vysílajících v pásmu KV. Není-li feritová pásmová propust předladěná, pak je pro snazší nastavení přijímače vhodné překlenout cívku L_8 kondenzátorem o kapacitě 100 pF, který připojíme na kolektor T_5 a na vývod 6 IO, a jádro cívky fázovacího členu zašroubujeme z jedné poloviny do cívky. Pak posouváním po feritu nastavíme kroužky do takové polohy, při níž je maximální šum na výstupu. Na vstup jednotky připojíme anténu a naladíme blízký vysílač. Feritovou propust doladíme kroužky na největší hlasitost signálu, odpojíme kondenzátor 100 pF, zapojený mezi T_5 a 6 IO a cívky L_8 a L_4 naladíme rovněž na největší hlasitost přijímaného signálu. Pak přeladíme jednotku do pásmá CCIR a po zachycení stanice kapacitními trimry ve vstupní jednotce opět nastavíme největší hlasitost signálu.

Uvedený postup nastavení tunera je vhodný pouze v případě, že nejsou k dispozici vhodné měřicí přístroje. Při pečlivém a několikrát opakovaném nastavení všech laděných prvků na maximální zesílení však můžeme dosáhnout dostatečné citlivosti přijímače i při tomto zjednodušeném způsobu sladování.

Deska s plošnými spoji mf zesilovače je na obr. 11, na obr. 12 je pohled na rozmištění součástek u funkčního vzorku tuneru.



Obr. 11. Deska s plošnými spoji J 524 mf zesilovače a demodulátoru



Obr. 12. Rozmístění součástek u funkčního vzkruku tuneru

Použité součástky

Vstupní jednotka

Odpory

Všechny použité odpory jsou typu TR 112a.

R_1, R_2, R_3, R_9

R_{11}, R_{12} 56 k Ω

R_2, R_{10} 15 k Ω

R_4 1,5 k Ω

R_6, R_{18} 100 k Ω

R_7, R_{19} 10 k Ω

R_8, R_{13}, R_{15} 2,7 k Ω

R_{14} 6,8 k Ω

R_{16} 18 k Ω

R_{17} 3,3 k Ω

Kondenzátory

Použijeme keramické podušky, popř. terčíky.

C_1 6,8 pF

C_2, C_3, C_4, C_7 12 pF

C_5, C_{11}, C_{14} 4,7 pF

C_6, C_8, C_9, C_{10}

C_{12}, C_{15}

C_{18} až C_{21}, C_{23} 2,2 nF

C_{13} 1,5 nF

C_{16} 10 nF

C_{24} 39 pF

C_{25} 100 pF

Ostatní součástky

C_9 až C_9 doladovací trimry 0,5 až 5 pF WK 701 22

D_1 až D_4 čs. variakopy KB105G

T_1 až T_3 tranzistory KF124 (KF125, KF524, KF525)

L_1 až L_5 plošné cívky (viz text)

Mf zesilovač

Odpory

Všechny použité odpory jsou typu TR 112a.

R_{20}, R_{26} 15 k Ω

R_{21}, R_{25} 4,7 k Ω

R_{22} 1,2 k Ω

R_{23}, R_{28} 1,5 k Ω

R_{24}, R_{29} 100 Ω

R_{27} 680 Ω

R_1 1,5 k Ω

Kondenzátory

Použijeme keramické podušky, popř. terčíky; C_{24} (39 pF), C_{25} (100 pF) jsou uvedeny u vstupní jednotky.

$C_{26}, C_{31}, C_{32}, C_{33}$

C_{28}, C_{42} 10 nF

C_{27}, C_{30} 3,3 pF

C_{28}, C_{29} 68 pF

C_{34}, C_{35}, C_{41} 12 pF

C_{36} 100 pF

C_{37}, C_{40} 0,1 μ F

C_1 100 pF

C_0 pro mono 4,7 nF

pro stereo 150 pF

C_{39} 5 μ F/15 V, elektrolytický

C_{43} 2 μ F/15 V, elektrolytický

Ostatní součástky

T_1, T_5 tranzistory KF173

IO integrovaný obvod MAA661

L_0, L_4 20 z drátu CuL o \varnothing 0,25 mm, navinuto na

feritová pásmová propust - viz text

Anténa —

— pro IV.TV pásmo

J. Ryšavý

Do Přílohy AR jsme se rozhodli zařadit i tento článek o anténách přesto, že je především svou formou poněkud neobvyklý. Je totiž psán ve formě dopisu redakci a autor v něm popisuje anténu, která je nebežná a zřejmě (podle výsledků, kterých s ní dosáhl) velmi dobrá. V úvodu svého dopisu vzpomíná autor na AR č. 11/74, na článek Kouzlo antén (s nímž souhlasí) a píše, že hľoubavé kutily většinou zaujmou něco neobvyklého — a že se proto rozhodl popsat svoji anténu. Nabádá ty, kteří se vyznají dobře v teorii i praxi antén, aby posoudili vlastnosti jeho antény, a to jak po teoretické, tak po praktické stránce a rozdělili se o své poznatky s ostatními na stránkách AR.

Ted tedy dopis z východních Čech: „Bydlím ve Východočeském kraji nedaleko Žamberka. Nadmořská výška v městě mého bydliště je 320 m. Přijímám velmi dobře vysílač východní Čechy na šestém kanálu, Wrocław

na dvanáctém kanálu a dvacátém pátém kanálu a vysílač Ještěd na třicátém prvním kanálu. Jsou-li dobré podmínky, lze přijímat i rakouský vysílač na dvacátém prvním kanálu. Všechny antény jsou zhotoveny podle

popisu, který je součástí tohoto článku. U každé antény mám předzesilovač, popř. konvertor a všechny signály veda na reléové přepínače, které jsou umístěny na půdě. Přepínače ovládám z místa poslechu dálkově signály, vedenými souosým kabelem (svod prochází zdí), z něhož současně odebírám signál pro televizní přijímač. Konvertory převádím přijímané signály na kmitočet prvního televizního kanálu, na němž v místě mého bydliště nelze „chytit“ žádný signál z jakéhokoli vysílače.

Při pokusech o příjem signálů II. TV programu jsem vyzkoušel mnoho nejrůznějších antén, nejlepší výsledky byly s anténami Yagi. Protože jsem chtěl, aby anténu bylo možno snadno instalovat, aby byla co nejlehčí a co nejmenší, experimentoval jsem (kromě jiných) i s anténami se síťkovou reflektorovou stěnou — výsledky však nebyly nejlepší, neboť zisk těchto antén se zvětšuje se zvyšujícím se kmitočtem přijímaného signálu — což je v našich podmírkách nevýhodné.

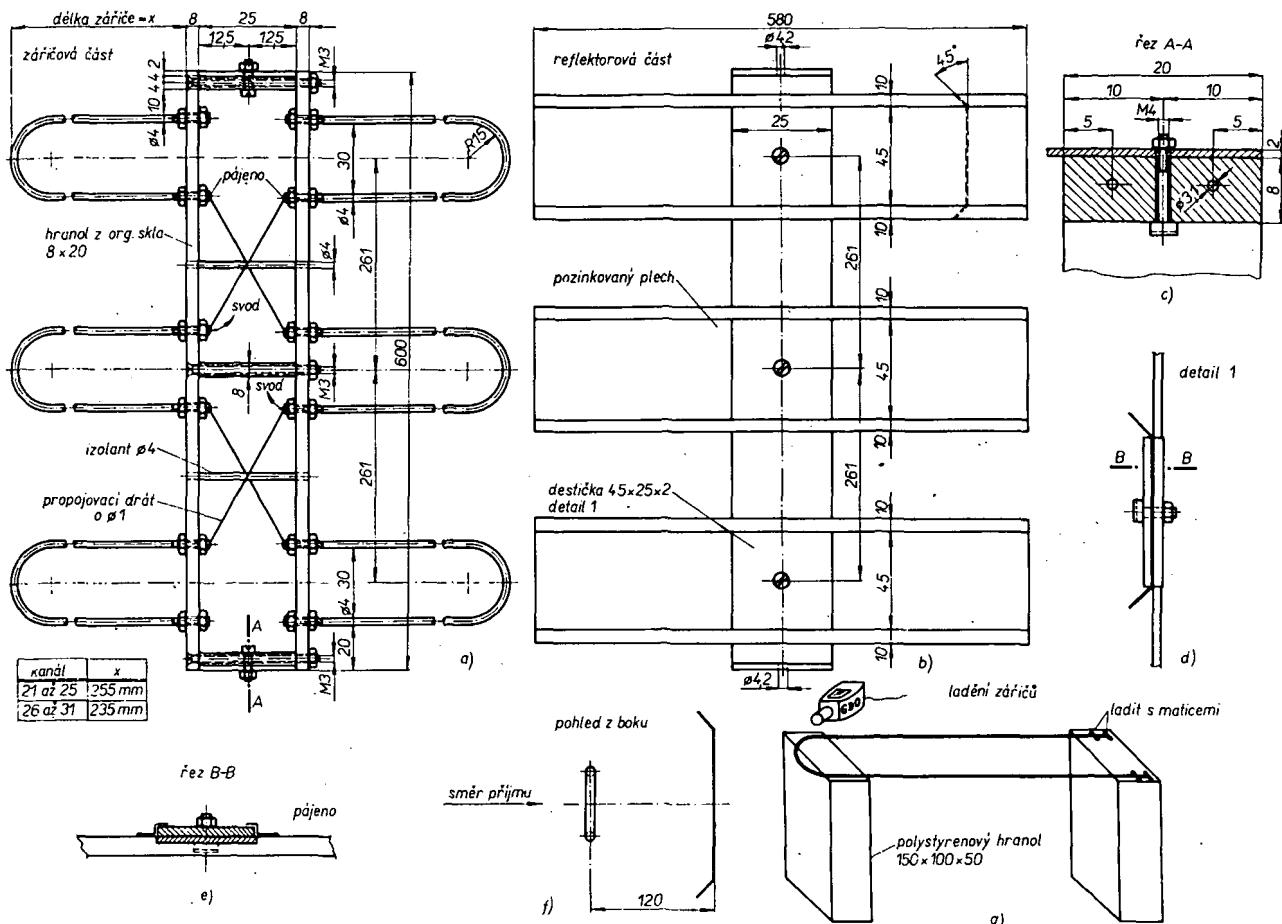
Při konstrukci své antény jsem vysel z posledně jmenované antény, přičemž jsem se pokoušel zhotovit typ pro jeden kanál, který by bylo možno pouze změnou délky a umístění zářičů přizpůsobit pro příjem signálů na 21. až 40. kanálu.

Výsledkem experimentů je anténa, jejíž sestava a délky jsou na obr. 1. Upozorňuji předem, že nezbytnou pomůckou při zhotovování antény je měřič rezonance. Měřič používám při ladění antény, ladím jak zářiče, tak reflektory. Antény jsou zhotoveny pouze z dostupných materiálů. Nosná část zářičů je ze dvou nosných pásků organického skla tloušťky 6 až 8 mm. Zářiče jsou z železného drátu o \varnothing 4 mm. Propojovací vedení je pájeno přímo na zářiče, které jsou do pásků z organického skla upevněny dvěma maticemi M4. Mezi oběma pásky organického skla je ze stejného materiálu rozpěrná deska šířky 20 mm, k níž je připevněn úhelník z hliníku nebo ze železa. Úhelník nese reflektory. Reflektory jsou vzdáleny od zářičů 120 mm. Celá anténa je vysoká 600 mm, váží přibližně 1 kg. Svod z televizní dvojlinky s pěnovým dielektrikem ke konvertoru (anténnímu zesilovači) vede z prostředního „patra“ a upevňuji ho tak, že vytvaruje oblouk směrem k hornímu patru antény a svod upevním k pomocnému izolantu bliže reflektorů. Tím zamezuji tomu, aby do jeho dielektrika vnikala voda — navíc samozřejmě zalijí konec izolantu dvojlinky kalafunou.

Anténu lze upevnit libovolným způsobem (za reflektory). Lze ji zavěsit na zed, umístit na balkón atd. Anténu lze podle zásad anténní techniky řadit vedle sebe, zisk se pak zvětší patrným způsobem (o 3 dB?). Podle mých nedokonalých měření je průměrný zisk mé antény roven asi zisku devatenáctiprvkové antény Yagi. Anténu lze velmi dobře „hledat“ signál, neboť s ní lze dobře manipulovat jak ve vodorovném, tak i svislém směru, navíc je i dosti směrová, poměrně ostře rozliší signály z různých, nepříliš od sebe vzdálených směrů. Jako „dvojce“ má vyzárovací úhel asi 20°. Je též širokopásmovější než běžné antény Yagi, neboť i když se mi nepodařilo získat stejně jakostní signál obrazu i zvuku s anténonou Yagi, vždy se to podařilo s popisovanou anténonou.

Největší předností antény je však její jednoduchost. Lze ji zhotovit, téměř „na koleně“, ke zhotovení stačí vrtačka, závitové očko M4, pilka na železo a příslušný materiál (a k rozdělení propojovacího vedení kousky plétací jehlice z plastické hmoty).

Po kompletaci antény se měřičem rezonance zjistí, zda všechny zářiče rezonují na požadovaném kmitočtu. Přiblížením měřiči



Obr. 1. Anténa pro příjem v pásmu 21. až 40. kanálu. Zářičová část (a); reflektorová část (b); řez A-A (c); detail 1 (d); řez B-B (e); pohled z boku (f); ladění zářičů (g)

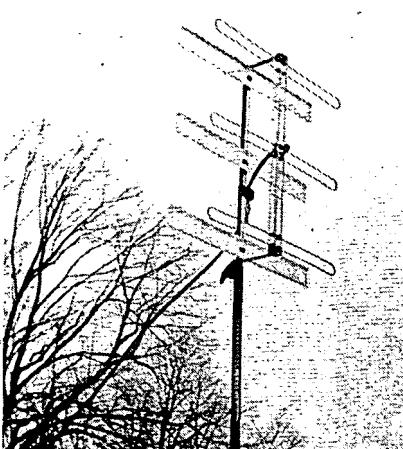
sondy GDO k oblouku svodu lze ladit zářiče na příslušnou harmonickou (např. pro kanál 31 na třetí harmonickou). Měříč rezonance je vhodné před touto prací zkонтrolovat podle televizního signálu – poznámenat si střední kmitočet žádaného signálu na ovládacím prvku měřiče. Reflektory ladí tak, že ustříhnu z pozinkovaného plechu pásek délky asi 530 mm a šířky 50 mm. Pásek stočím do

tvaru U (šířka U je 80 mm), přiblížím k němu GDO a „ustříhují“ konec tak dlouho, až je naladěn do rezonance. Potom plech vyrovnám a na ohýbačce (stačí úhlové železo) vytvaruji do konečné podoby podle obrázku. Reflektory jsou k upevňovacímu pásku připevněny šroubem M5. Na zadní části reflektoru (plechu) jsou podél pásku upevněny pájením plechové úhelníčky, čímž se zamezí

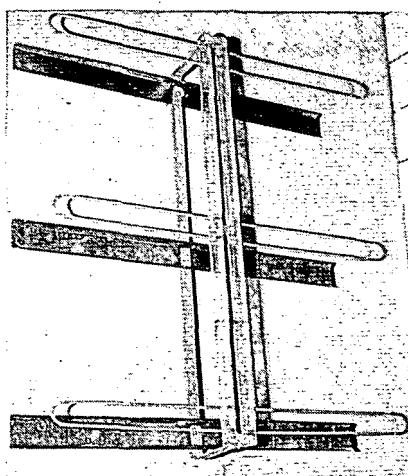
uvolnění reflektoru za větru. Propojovací drát Cu má průměr 1,0 mm.

To je tak asi všechno, co lze o této anténě napsat. Doufám, že i jiní zájemci potvrď její dobré vlastnosti a to na jakémkoli kanálu, počínaje 21. a konče 40. kanálem.“

Tolik tedy východočeský amatér. V závěru dopisu nás žádá, abychom anténu postavili a s námi vyzkoušeli její vlastnosti. Protože však (především díky stěhování a návalu práce po i před stěhováním) jsme jeho přání nemohli vyhovět, přenášíme jeho prosbu (či žádost) na naše čtenáře – postavte si tuto anténu a rozdělte se s ostatními o zkušenosti s jejími vlastnostmi (i když třeba pouze porovnáním s jinými typy antén). Ukáže-li se reproducovatelnost vlastností antény za různých podmínek příjmu, byla by na světě jednoduchá a dobrá anténa, která by mohla pomoci vyřešit mnohé „příjmové“ starosti.



Obr. 2. Anténa na stožáru



Obr. 3. Anténa, připevněná ke zdi

Barevná obrazovka 118°

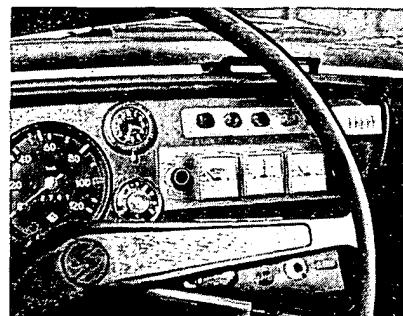
Tímto vychylovacím úhlem překonává všechny dosavadní typy. Jde o dosud největší dosažený vychylovací úhel. Obrazovka má místo dřevové masky masku páskovou se začerněnými okraji. Zmenšením průměru hrdla z 36,5 na 29 mm a použitím čtvercové stavby systému kles elektrický příkon na 95 W. Novou obrazovku vyvinula japonská firma Toshiba.

—sn—

Radio, Fernsehen, Elektronik č. 3/74

Elektronika v motorových vozidlech

Palubní kontrolní přístroje



Ing. Milan Rozhoň

Kontrolní přístroje umístěné na palubní desce automobilu usnadňují kontrolu chodu motoru a jiných zařízení vozu na místě i za jízdy. Přístroje včas a rychle upozorní na vzniklou poruchu a kromě toho mohou být použity také např. k seřízení volnoběžného motoru, k seřízení regulátoru dobíjecího proudu a k dalším účelům. K základním kontrolním přístrojům patří otáčkoměr, ampérmetr a voltmetr.

Rozhodl jsem se pro stavbu těchto tří přístrojů pro vůz Trabant, který je jedním z nejrozšířenějších automobilů u nás. Při úvahách o tom, zda zhotovit sdružený přístroj nebo volit samostatné přístroje pro jednotlivé měřené veličiny, jsem vycházel ze základních požadavků, kladěných na palubní kontrolní přístroje:

- přehledné umístění stupnice,
- snadné čtení měřené veličiny v požadovaných jednotkách,
- dobré čitelné stupnice,
- jednoduché ovládání, které by pokud možno neovdádělo pozornost řídicí odřízení,
- jednoduchá montáž a pripojení,
- současná indikace všech měřených veličin.

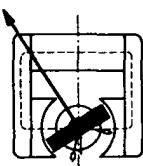
- současná indikace všech měřených veličin.
Z této požadavku jasně vyplývají přednosti použití samostatného měřicího přístroje pro každou měřenou veličinu bez přepínání funkcí a rozsahů.

Měřicí systém přístrojů

Pro nás účel použijeme jako nejvhodnější měřicí přístroje se systémem s otáčivou cívkou (tzv. deprézské), a proto se blíže seznámíme s jejich činností a konstrukcí. Činnost těchto přístrojů je založena na poznatku, že prochází-li vodičem umístěným v magnetickém poli (kolmo na siločáry) elektrický proud, působí na tento vodič síla úměrná protékajícímu proudu podle vztahu

$$F = B \wr I,$$

kde B je indukce magnetického pole, l je délka vodiče a I proud. Konstrukce přístroje



Obr. 1. Základní konstrukce systému měřicího přístroje s otáčivou cívkou

je znázorněna na obr. 1. Ve válcové dutině mezi půlovými nástavci permanentního magnetu je koncentricky umístěn váleček z měkkého železa. Ve vzniklé vzduchové mezere je otočně uložena cívka, navinutá na lehkém hliníkovém rámečku. Měřený proud je k cívce přiveden dvěma spirálovitými pružinami, které současně vytvářejí direktivní moment. S cívkou je spojena ručka měřicího přístroje. Permanentní magnet vytváří ve vzduchové mezere potřebnou magnetickou indukci B . Prochází-li cívku o N závitech proud I , působí na ni moment systému M .

$$M_s = 2 \, BIN \, r \, L$$

kde l je efektivní délka cívky a r její střední poloměr. Proti momentu systému působí direktivní moment pružin. Oba momenty jsou vždy (je-li ručka v klidu) v rovnováze. Nulovou polohu ručky na stupnici nastavuje - me pootáčením konce jedné z pružin. Magnetické pole je silné, proto je vliv vnějších magnetických polí malý. Také moment systému je velký a přistojí s těmito systémy tedy patří mezi nejprůnější a nejcitlivější. Je-li magnetická indukce B ve vzduchové mezích konstantní, je moment síly, působící na cívku, úměrný procházejícímu proudu, a tedy i výchylka je přímo úměrná proudu ($M \sim I$). A stupnice přístroje je rovnoramenná (lineární). Tyto přístroje lze použít k měření stejnosměrného proudu (rozsah je možno zvětšit

bočníkem) nebo stejnosměrného napětí (rozsah je možno zvětšit předřadným odporem).

Pro nás účel by byly nejvýhodnější typy těchto přístrojů poněkud odlišné konstrukce, které mají úhlovou výchylku ručky 270° . Ty se však u nás nevyrábějí; dostupné jsou pouze přístroje Metra typu DHR a MP s úhlovou výchylkou ručky 90° . Pro větší délku stupnice (přesnější čtení) musíme volit přístroj u větších celkových rozmezích, musíme však současně počítat s prostorem, který máme na palubní desce k dispozici.

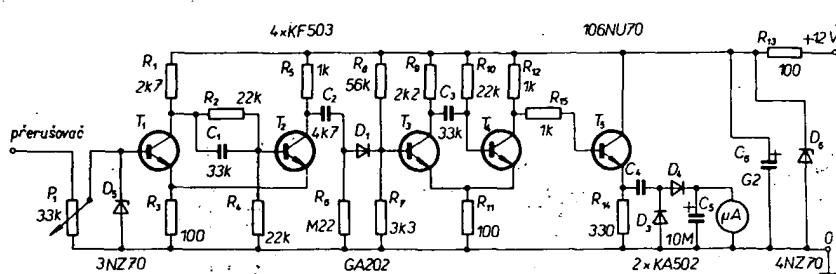
Elektronický otáčkoměr

Otáčkoměr měří rychlosť otáčení automobilového motoru a umožňuje:

- posoudit pravidelnost chodu motoru při určité rychlosti otáčení,
- nastavit správný volnoběh motoru,
- seřídit regulátor napětí,
- udržovat při jízdě optimální rychlosť otáčení motoru (s ohledem na maximální kroutící moment, pro maximální výkon, popř. pro nejmenší spotřebu paliva),
- kontrolovat maximální rychlosť otáčení (abychom „nepřetáceli“ motor),
- seřídit předstíhlé zapalování a kontrolovat činnost odstředivého regulátoru,
- volit při jízdě včas optimální převodový stupeň, kromě toho indikuje chod motoru při jízdě bez zařazeného převodového stupně nebo volnoběžkou.

Základní zapojení otáčkoměru

Tranzistorové otáčkoměry pracují na principu integrování impulsů. Zdrojem impulsů může být přerušovač, jehož impulsy však nemají přesně obdélníkovitý průběh. Amplitu-



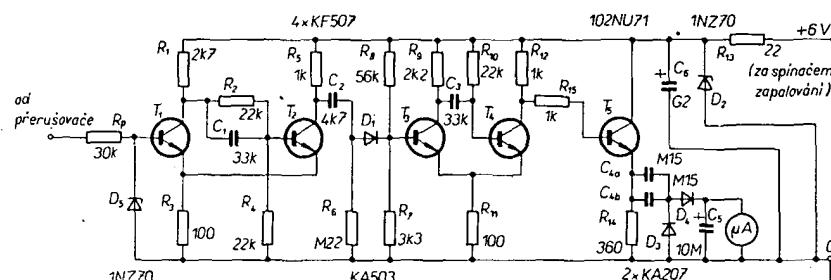
Obr. 2. Schéma zapojení otáčkoměru pro napájecí napětí 12 V

tuda ani šířka nejsou konstantní, mění se s nastavením kontaktů přerušovače, s opalováním kontaktů apod. Amplituda pulsů závisí na napětí palubní sítě, které se rovněž mění (závisí na stavu akumulátoru a kabelů, na činnosti dynama a napěťového regulátoru, na celkovém odberu proudu ze zdroje apod.). Přerušovač a zapalovací cívka tvoří obvod s velkou indukčností. V závislosti na rychlosti rozpojení kontaktů přerušovače vznikají různě velké napěťové špičky (až několik set voltů) a dochází k zakmitávání. Chceme-li měřit rychlosť otáčení přesně, musíme tyto impulsy upravit.

Jako základ jsem použil zapojení podle obr. 2, uveřejněné v [1]. Impulsy z přerušovače jsou přes odpor P_1 přivedeny na vstup Schmittova klopného obvodu, jímž se upraví jejich tvar na obdélníkovitý. Taktéž upravenými impulsy se spouští monostabilní klopný obvod, na jehož výstupu získáváme impuls s konstantní amplitudou i šířkou. Přes emitorový sledovač T_3 , kterým se zmenšuje velká výstupní impedance monostabilního klopného obvodu, vedeme impulsy na diodový integrátor. Střední napětí na výstupu integrátoru je přímo úměrné počtu impulsů (za určitý čas) na jeho vstupu. Toto napětí měříme přístrojem, jehož stupnice je ocejchována přímo v ot/min.

Otačkomér pro napájecí napětí 6 V

Ve voze Trabant se používá napětí 6 V. Zapojení otačkoméru, upravené pro toto napětí, je na obr. 3. Vstupní impulsní napětí pro otačkomér odebíráme ze zapalovací cívky (svorka 1); používáme-li elektronické zapalování, musíme odebírat vstupní impulsní napětí z kontaktu přerušovače, protože na zapalovací cívce je napětí asi 300 V! Amplituda impulsů se omezuje odoporem R_p (30 k Ω , TR 151) a Zenerovou diodou 1NZ70. Tranzistory jsou křemíkové vysokofrekvenční (KF507) diody různě křemíkové (KA501 až 503 nebo KA206 až 207). Jako emitorový sledovač lze použít germaniový tranzistor řady NU (např. 102NU71, 105 až 107NU70). Napájecí napětí je stabilizováno Zenerovou diodou 1NZ70 s odporom R_{13} (22 Ω , TR 151).



Obr. 3. Schéma zapojení otačkoméru pro napájecí napětí 6 V

Všechny použité odopy jsou miniaturní (TR 112 nebo TR 151). Kondenzátory je možno použít keramické (mají větší teplotní závislost) nebo typu MP, a to C_1, C_3 TC 181 (TC 191, TC 276), C_2 TC 193 (TC 276), C_4 TC 180, C_5 TE 003 (TC 942, TC 963), C_6 TE 984. Součástky jsou umístěny na desce s plošnými spoji D40 podle [1]. Měřicí přístroj je typ MP 40 s rozsahem 100 μ A.

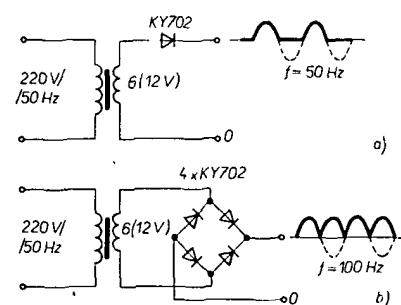
Cejchování otačkoměru

Rozsah měření volíme 0 až 5000 ot/min (maximální rychlosť otáčení motoru vozu Trabant je 4 200 ot/min). S původní stupnicí odstraníme číslice a označení měřené veličiny (jmeně seškrábeme žiletkou) a na jejich místo obtiskneme nové (Propisot 2 mm); μ A zaměníme za ot/min $\times 1000$. Při cejchování je třeba vycházet z možností, které má amatér. Má být jednoduché, bez použití složitých měřicích přístrojů (např. čítače impulsů apod.) a dostatečně přesné. Při cejchování nastavujeme výchylku ručky měřicího přístroje na cejchování rychlosť otáčení změnou kondenzátoru C_1 . K cejchování můžeme využít síťového kmitočtu 50 Hz. Cejchovní rychlosť otáčení vypočítáme ze vzorce

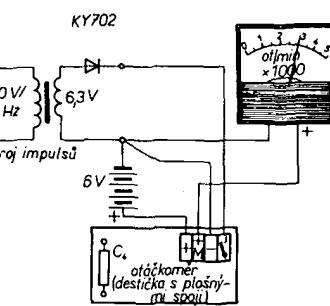
$$N = \frac{60f_k}{n}$$

kde f je kmitočet napětí sítě, n je počet valců na jeden přerušovač a k konstanta podle druhu motoru (pro dvoudobý motor $k = 1$, pro čtyřdobý motor $k = 2$). Pro automobil Trabant bude $N = 3 000$ ot/min, pro čtyřválcový čtyřdobý motor $N = 1 500$ ot/min, pro šestiválcový čtyřdobý motor $N = 1 000$ ot/min atd., při kmitočtu 50 Hz.

Stupnice přístroje je lineární a stačí tedy cejchovat v jednom bodě stupnice. Další bod můžeme použít ke kontrole. Přesněji nastavíme cejchovní rychlosť otáčení uprostřed, popř. v druhé polovině stupnice. Z tohoto důvodu je výhodné (zvláště pro víceválcové motory) použít cejchování kmitočtem 100 Hz, přičemž bude cejchovní rychlosť otáčení dvojnásobná. Na obr. 4a, b jsou zapojení jednoduchých zdrojů impulsivního napětí pro cejchování. Zapojení otačkoméru při cejchování je na obr. 5.



Obr. 4. Jednoduchý zdroj impulsů pro cejchování otačkoměru s kmitočtem 50 Hz (a) a 100 Hz (b)



Obr. 5. Zapojení otačkoméru při cejchování

Stabilizace napájecího napětí 6 V

Napětí nabitého akumulátoru je asi 6,5 V. Při spouštění motoru se sice napětí značně zmenší, ale i rychlosť otáčení je velmi malá, takže ji ani nelze dobře číst na stupnici otačkoméru. Pracuje-li motor po spuštění ve volnoběhu, napětí palubní sítě je asi 6,5 V. Se zvětšující se rychlosťí otáčení motoru se zvětšuje i napětí palubní sítě (až na 8 V). Rozmezí napětí palubní sítě je tedy běžně 6,5 až 8 V.

Sestavený otačkomér jsem vyzkoušel jednak v zapojení podle obr. 5, jednak s regulovatelným zdrojem napětí podle obr. 6. Měnil jsem napájecí napětí v rozmezí 6,5 až 8 V, měřil jsem (přístrojem Avomet I) stabilizované napětí pro otačkomér a současně jsem zařazoval i největší a nejmenší údaj otačkoméru. Výsledky jsou v tab. 1. Pro ověření pracovních podmínek Zenerových diod a k zjištění spotřeby přístroje byl měřen při měnícím se napájecím napětí U_A , získaném tentokrát z oceloniklových akumulátorů, jednak proud I_Z Zenerovou diodou, jednak celkový odber ze zdroje. Výsledky měření jsou v tab. 2.

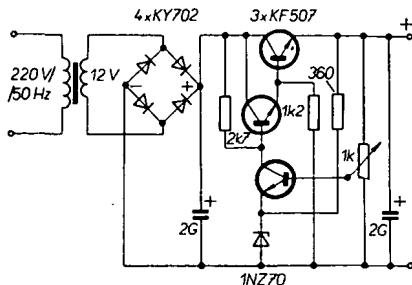
Kromě chyby měření způsobené kolísáním napájecího napětí dochází obvykle k další chybe nepřesným čtením údaje na stupnici. Používáme-li v otačkoméru měřicí přístroj malých rozmezí, je chyba čtení srovnatelná s chybou, způsobenou kolísáním napájecího

Tab. 1.

Napětí palubní sítě, U_Z [V]	Stabilizované napětí pro otačkomér U_S [V]	Údaj otačkoméru [ot/min]
6,5	5,8	2 950
7,0	5,85	
7,5	5,88	
8,0	5,9	3 050

Tab. 2.

U_A [V]	I_C [mA]	I_Z [mA]
5,15	10	0,5
6,5	23	14,5
7,7	76	66
9,1	120	107



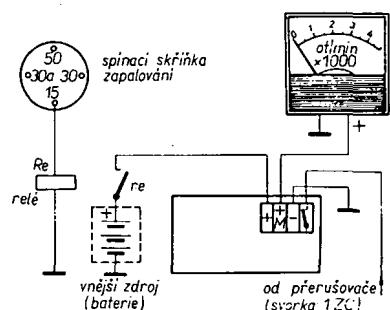
Obr. 6. Regulovatelný zdroj pro určení závislosti údaje otáčkoměru na napájecím napětí

napětí, a stabilizace Zenerovou diodou je tedy dostačující. Použijeme-li přístroj typu DHR 8 (100 μ A), můžeme na jeho stupni čist údaj s přesností asi 25 ot/min; srovnáním s údaji v tab. 1 zjistíme, že v tomto případě již tato jednoduchá stabilizace nestačí. Při provozu kolísá napětí stabilizované Zenerovou diodou v rozmezí 0,1 V. Použijeme-li tranzistorový stabilizátor podle obr. 6, zmenší se kolísání napájecího napětí pro otáčkoměr na pouhé 0,2 V. Bylo by vhodné použít pro stabilizátor germaniové tranzistory; zmenšíl by se jeho odpor a výstupní napětí by bylo méně závislé na odebíraném proudu. Pro dobrou stabilizaci má být vstupní napětí stabilizátoru asi o 4 V větší než výstupní.

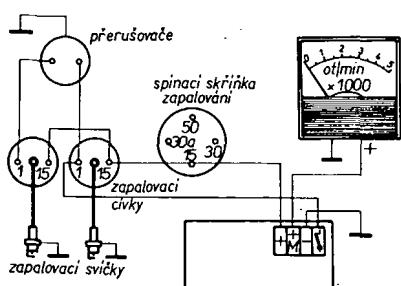
Stabilnější napájecí napětí můžeme získat též použitím samostatného zdroje (např. baterie 6 V pro tranzistorové přijímače nebo zvukové baterie 9 V), připojovaného pomocí vhodného relé, jež by se uvádělo do chodu při zapnutí zapalování automobilu (obr. 7).

Připojení otáčkoměru ve vozidle

Zapojení ve voze Trabant je znázorněno na obr. 8. Deska s plošnými spoji otáčkoměru



Obr. 7. Zapojení otáčkoměru ve voze při napájení ze samostatného zdroje



Obr. 8. Zapojení otáčkoměru napájeného z akumulátoru vozidla

je umístěna u cyklovače stíračů pod přerušovačem směrových světel (pod palubní deskou vlevo, obr. 9). Je upevněna na duralové desce, uchycené na upevňovací šrouby regulačního napětí.

Popsaný elektronický otáčkoměr pracuje přes dva roky (20 000 km) v automobilu Trabant bez závad. Na stupničce přístroje lze barevně označit rychlosti otáčení, důležité pro chod motoru (např. rychlosť otáčení motoru při volnoběhu a při maximálním kroutícím momentu, maximální rychlosť otáčení motoru apod.). Otáčkoměr se stane dalším důležitým přístrojem na palubní desce, který vás bude neustále informovat o práci motoru vašeho automobilu.

Palubní ampérmetr

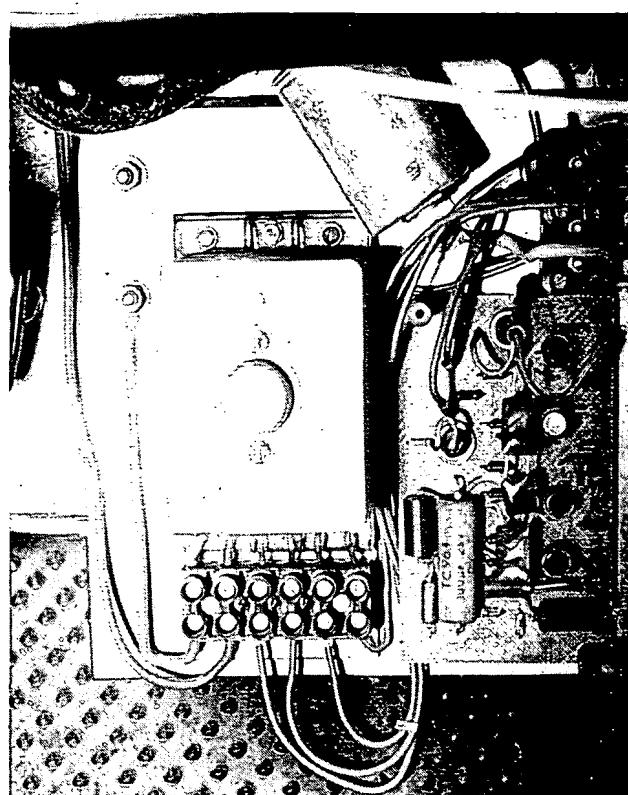
Dalším důležitým přístrojem na palubní desce automobilu může být ampérmetr, který nás informuje o

- práci dynamy,
- dobíjení akumulátoru,
- činnosti zpětného spínače regulátoru napětí,
- činnosti brzdových světel,
- činnosti světlometů a směrových světel,
- zapnutí a vypnutí jiných elektrických spotřebičů.

Ampérmetry, které je možno zakoupit v prodejnách n. p. Mototechna, se zapojují do série s akumulátorem; musíme tedy k ampérmetru přivést dva kabely o dosti velkém průřezu (obvykle 4 až 6 mm^2). Rozhodl jsem se pro amatérskou konstrukci ampérmetru s bočníkem.

Měřicí přístroj

Jako měřicí přístroj je vhodný ss miliampermetr (systém s otáčivou cívkou) s malým vnitřním odporem a hlavně s malým úbytkem napětí na systému. Měl jsem k dispozici měřicí přístroj typu MP 40 s rozsahem



60 mA, k němuž jsem chtěl zhotovit bočník. Potřeboval jsem tedy znát vnitřní odpor přístroje. V katalogovém listu výrobce (Metra Blansko) je pro tento typ přístroje a rozsahy 15 až 600 mA udáván úbytek napětí na přístroji (při plné výchylce ručky) 60 mV. Z toho plyne vnitřní odpor přístroje

$$R_i = \frac{U}{I} = \frac{60 \text{ mV}}{60 \text{ mA}} = 1 \Omega$$

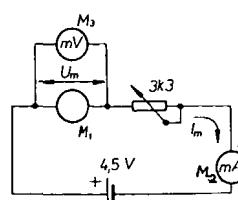
Vzhledem k tomu, že přístroj nebyl nový a jeho stupnice byla již přepisována, rozhodl jsem se pro jistotu vnitřní odpor přístroje změřit, a to v zapojení podle obr. 10 (M_1 je měřený přístroj, M_2 přesný miliampermetr a M_3 přesný milivoltmetr s velkým vnitřním odporem; byl použit číslicový voltmetr Solartron LM 1450). Naměřené hodnoty:

U_p [mV]	18,4	12,52	9,2
I_p [mA]	4,09	2,78	2,06

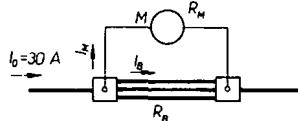
Z naměřených hodnot lze vypočítat vnitřní odpor přístroje

$$R_p = \frac{U_p}{I_p} = 4,5 \Omega$$

tedy podstatně více, než by mělo být podle katalogových údajů. Po demontáži přístroje jsem zjistil, že k systému přístroje je zapojen odpor 0,62 Ω , navinutý z manganinového drátu. Nechal jsem ho zapojen. Podle veli-



Obr. 10. Měření vnitřního odporu měřidla



Obr. 11. Zapojení bočníku

kosti vnitřního odporu jsem usoudil, že jde patrně o přístroj s rozsahem 10 mA, který byl již upravován.

Úprava systému přístroje

Aby se dal měřit odběr proudu z akumulátoru i dobíjecí proud, je nutno posunout nulu přístroje do středu stupnice. Po vyjmutí systému přístroje jsem odpájal jeden konec horní spirálové pružiny systému, zkrátil ji asi o půl závitu a opět připájal. Ručka musí být v klidové poloze ve středu stupnice; u spirály musíme zachovat její pravidelnost. Tato práce vyžaduje přesnost a pečlivost; je samozřejmě výhodnější použít přístroj s nulou uprostřed, máme-li jej. K novému popisu stupnice jsem použil obtisky Propisot (2 mm).

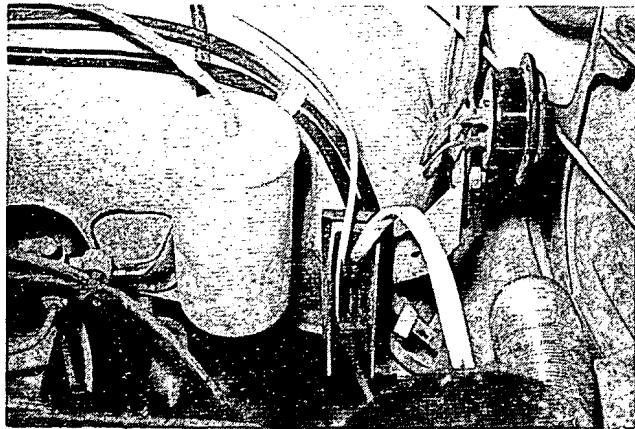
Výpočet bočníku

Nejdříve zvolíme rozsah měření proudu; vycházel jsem z odebíraného proudu podle příkonu jednotlivých spotřebičů:
hlavní světlo 2 × 45 W,
koncová světla 2 × 5 W,
brzdová světla 2 × 21 W,
osvětlení SPZ 3 × 5 W,
popř. další spotřebiče (vnitřní osvětlení, zápalování aj.).

Při praktickém provozu nepřichází v úvahu současný odběr proudu z akumulátoru všemi spotřebiči. V závislosti na rychlosti otáčení dynamika je spotřeba částečně nebo úplně kryta proudem z dynamika. Zvolil jsem rozsah měření ± 30 A (+ dobíjení, - spotřeba). Pro tento rozsah a uvedený měřicí přístroj jsem zhotovil bočník.

K dispozici jsem měl manganinový drát o $\varnothing 4$ mm (měrný odpor manganinu je $0,42 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$). S ohledem na mechanickou pevnost, ohřátí a kompaktnost jsem použil tři paralelně zapojené dráty (obr. 11). Při průměru drátu $d_1 = 4$ mm je jeho průřez $F_1 = 12,56 \text{ mm}^2$ a celkový průřez při paralelním spojení tří drátů $F_c = 37,68 \text{ mm}^2$. Vnitřní odpor měřicího přístroje $R_p = 4,5 \Omega$, přičemž proud pro plnou výchylku přístroje (30 A) je $I_p = 4,1 \text{ mA}$. Proud označený v obr. 11 I_B se dělí; část prochází bočníkem

Obr. 13. Umístění bočníku v automobilu Trabant



(I_B), část měřidlem (I_M), při čemž $I_B = I_B + I_M$. Úbytek napětí na bočníku a na měřicím přístroji musí být stejný ($U = R_B I_B = R_M I_M$). Z těchto dvou vztahů určíme odpor bočníku

$$R_B = R_M \frac{I_M}{I_B} = R_M \frac{I_M}{I_B - I_M} = 4,5 \frac{0,0041}{30 - 0,0041} = 0,000615 \Omega$$

Odpor bočníku R_B o průřezu F_c a délce l z materiálu s měrným odporem ϱ se určí ze vztahu

$$R_B = \varrho \frac{l}{F_c}, \text{ z toho délka bočníku}$$

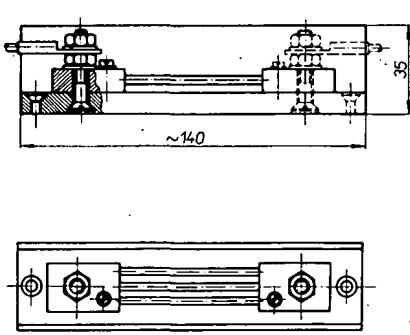
$$l = R_B \frac{F_c}{\varrho} = 0,000615 \frac{37,68}{0,42} = 0,056 \text{ m} = 56 \text{ mm}.$$

Konstrukce bočníku

Manganinové dráty jsem zapájal do mosazných hranolků o rozměrech $30 \times 20 \times 10$ mm, v nichž jsem vyvrtal díry pro manganinové dráty, pro upevnění bočníku a otvory se závitem M3 pro uchycení vývodů k měřicímu přístroji. Bočník jsem upevnil na desku tloušťky 8 mm z texgumoidu. Abych zbranil případnému zkratu, který by mohl vzniknout spojením bočníku s kovovými částmi karoserie nějakým kovovým předmětem, zhotovil jsem ještě ochranné bočnice (také z texgumoidu). Rozměry jednotlivých částí a celková sestava bočníku jsou zřejmě z obr. 12.

Cejchování bočníku

Před vestavěním ampérmetru do automobilu je nutno přesně nastavit odpor bočníku pro daný přístroj, popř. upravit citlivost

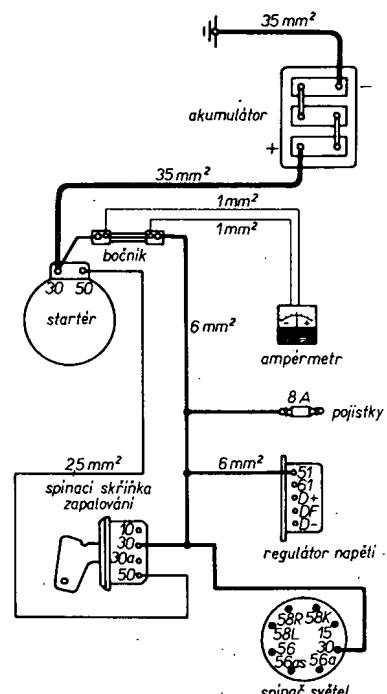


Obr. 12. Konstrukce bočníku

přístroje tak, aby při použití zhotoveného bočníku odpovídal údaj na stupnici měřenému proudu. K cejchování jsem použil kontrolní ampérmetr s rozsahem 30 A a s třídou přesnosti 0,2, jako zdroj olověný akumulátor 12 V/50 Ah, jako zátěž posuvný odpor (musí být dimenzován na příslušný proud). Pro cejchování jsem zvolil proud 10 a 20 A. Přesný souhlas údaje cejchovaného přístroje lze nejsnáze dosáhnout změnou odporu, zapojeného do série s cívkou měřicího systému přístroje.

Vestavění ampérmetru do automobilu

Bočník jsem upevnil do vozu Trabant u držáku houkačky (obr. 13) dvěma šrouby. Měřicí přístroj jsem umístil na přístrojovou desku a připojil k bočníku izolovaným měděným lankem o průřezu 1 mm^2 , jehož celková délka je asi 1,5 m. Vliv odporu přívodů můžeme vyloučit tím, že je připojíme již při cejchování, nebo jej můžeme zanedbat (měrný odpor mědi je $0,01786 \Omega \text{ mm}^2/\text{m}$ a odpor přívodů je tedy



Obr. 14. Zapojení ampérmetru ve vozidle

Obr. 15. Celkový pohled na upravenou palubní desku

$$R_v = 0 \frac{L}{F} = 0,017 \frac{2 \cdot 1,5}{1} = 0,05 \Omega.$$

Na obr. 14 je schéma zapojení ampérmetru do sítě automobilu. Ze svorky startéru, na níž vede kabel o průřezu 35 mm^2 od akumulátoru, jsem odpojil kabel o průřezu 6 mm^2 a připojil jej na jeden konec bočníku. Pro spojení druhého konce bočníku s příslušnou svorkou startéru zhotovíme kabel o průřezu 6 mm^2 a délce 40 cm s pájecími kabelovými oky na obou koncích.

Při tomto zapojení ampérmetru měříme proud, který jde do akumulátoru, a proud odebíraný z akumulátoru kromě proudu startéru. Při vypnutém motoru, popř. při malé rychlosti otáčení motoru, při níž je rozpojen zpětný spínač regulátoru a dynamo nedodává do palubní sítě proud, můžeme tedy měřit proud odebíraný jednotlivými spotřebiči.

Palubní voltmetr

Dalším přístrojem na palubní desce našeho vozu může být palubní voltmetr, který nás bude informovat o

- napětí a stavu akumulátoru,
- práci dynama,
- činnosti regulátoru napětí.

Pro vůz Trabant s napětím palubní sítě 6 V jsem zvolil měřící přístroj typu MP 40 s rozsahem 0 až 10 V. Pro automobily s napětím 12 V by výhovoval rozsah 25 V.

Zapojení voltmetu v automobilu

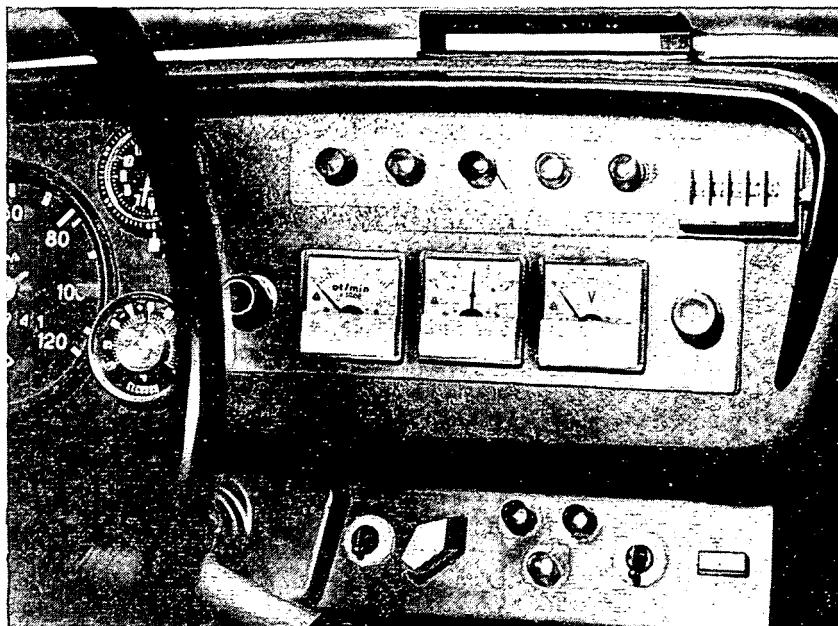
Na svorku kladného pólu měřicího přístroje přivedeme napětí od spínací skřínky zapalování (svorka 15) izolovaným měděným lankem o průřezu 1 mm^2 . Svorku záporného pólu uzemníme na šasi. Voltmetr je při tomto zapojení v provozu jen při zapnutém zapalování.

Rozmístění přístrojů na palubní desce

Na titulním obrázku a na obr. 15 je celkový pohled na upravenou palubní desku automobilu Trabant a na přídavný panel. Ovládací a indikační prvky na spodním přídavném panelu jsou (zleva doprava): spínač a potenciometr cyklovače stírače, signalizační žárovky pro indikaci zapnutého cyklovače, osvětlení motorového prostoru a kontroly brzdových světel, spínač osvětlení motorového prostoru, tlačítko houkačky s harmonickým akordem (fanfáry). Signalizační žárovky nad měřicími přístroji indikují (zleva doprava) činnost zpětných světlometů, směrových světel, osvětlení přístrojů, halogenové mlhovky a ruční brzdy.

Literatura

- [1] Steklý, M.: Otáčkoměry pro motorová vozidla. AR č. 6/1970.
- [2] Bílý, K.: Tranzistorový otáčkoměr. AR č. 2/1971.
- [3] Slavíček, I.: 500 tranzistorových obvodů. Práce: Praha 1967.



Dobíjení akumulátoru u motocyklu

Ing. Petr Skopový

Kdo se podrobněji zabýval problematikou údržby a provozu akumulátoru, jistě si všiml, že i když je na motocyklu vše po elektrické stránce v pořádku, dostává akumulátor „zabrat“. Z praktických zkušeností vyplývá, že u většiny motocyklů je nabíjecí proud trvale příliš velký.

Napětí dynama musí být přibližně stejné nebo nepatrně vyšší, než je napětí akumulátoru v závěrečné fázi nabíjení, tj. asi 7,4 až 8 V. I při sebepečlivějším nastavení napěťového regulátoru (relé) kolísá napětí dynamy v rozmezí několika desetin voltu v závislosti na otáčkách a zatížení. Napětí akumulátoru se mění zhruba v tomtéž rozmezí v závislosti na jeho nabítí. Nabíjecí proud I je dán vztahem

$$I = \frac{\Delta U}{R_i + R_d} \quad [\text{A}, \text{V}, \Omega],$$

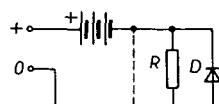
kde ΔU je rozdíl napětí dynamy a akumulátoru (bere se v úvahu pouze kladný), R_i je vnitřní odpor akumulátoru a R_d vnitřní odpor dynamy.

Vnitřní odpor akumulátoru závisí nejen na teplotě a hustotě elektrolytu, nabité, konstrukci a stavu akumulátoru, ale též na způsobu měření. Při vybijení je vnitřní odpor menší než při nabíjení a u dobrého motocyklového akumulátoru je (při nabíjení) několik setin až desetin ohmu. Vnitřní odpor dynamy je řádově desetiny ohmu. Proto každá změna napětí v obvodu vyvolá velkou změnu nabíjecího proudu (až 2,5 A).

Podíváme-li se do návodu pro údržbu a provoz, dodávanému ke každému akumulátoru, zjistíme, že při nabíjení nemá být proud (v ampérech) větší než jedna desetina

kapacity akumulátoru (v ampérohodinách). V počáteční fázi nabíjení (při zcela vybitém stavu) lze sice tento proud překročit; v konečné fázi je však nutno zmenšit proud tak, aby akumulátor příliš „nevářil“. Při nadměrném vytváření plynu dochází k odtrhávání aktivní hmoty z desek a po delší době provozu k nahromadění kalu na dně. Někdy se též desky přehřívají a tedy rychleji stárnou. Mimoto vytvázející se bublinky svým objemem vytlačují elektrolyt, který přetéká [1]. Kdo neudělá včas opatření k jeho zachycení, přesvědčí se, co dovede způsobit např. na chromu výfuku.

Úprava elektrického zapojení podle obr. 1 zlepší poměry v obvodu nabíjení (zmenší se především nabíjecí proud). Čárkované je nakresleno původní zapojení. Po úpravě je akumulátor nabíjen přes odpor R, protože dioda je pro tento směr proudu uzavřena. Nabíjecí proud se zmenší a při kolísání napěti



Obr. 1. Upravené zapojení nabíjecího obvodu

dynamá se nemění v tak velkém rozmezí jako u původního zapojení. Odpor volíme takový, aby při nabitém akumulátoru, správně seřízeném regulátora a střední rychlosti otáčení byl nabíjecí proud asi 0,5 A. Obvykle vyhoví odpor 1 až 3,3 Ω, dimenzovaný na zatížení 2 až 6 W.

Odebíráme-li z akumulátoru proud (při malé rychlosti otáčení nebo po zastavení motoru), teče tento proud opačným směrem, tzn. přes otevřenou diodu a odpor, zapojený paralelně k ní. Na diodě se sice tvoří úbytek napětí 0,6 až 1,1 V podle zatížení (platí pro křemíkovou diodu), o který je nyní napětí pro spotřebiče motocyklu menší, ale tento úbytek lze připustit. Na germaniové diodě (např. 40NP70, která se však již nevyrábí) je úbytek napětí menší a tato dioda je tedy pro nás účel výhodnější. Lze použít libovolnou diodu, která má přípustný proud alespoň 5 A (např. KY708).

Obě součástky jsem umístil do skřínky akumulátoru. Diodu jsem připevnil na skříňku a tak ušetřil chladič. Je-li u motocyklu spojen s kostrou kladný pól akumulátoru, lze

zapojení a chlazení diody přizpůsobit třemi způsoby:

1. Zhotovit chladič pro diodu a upevnit jej izolovaně od skřínky. Diody čs. výroby mají totiž na „šroubu“ vždy anodu.
2. Použít diodu KYZ75 a zalisovat ji do silnější vodivé destičky, kterou pak přišroubujeme na skříňku. Dioda je určena pro alternátory a nemá upevňovací šroub [2].
3. Přepolovat dynamo. Je to velice snadné. Zapojíme akumulátor tak, jak je nakresleno na obr. 1 a při vypnutém motoru (!) na okamžik stiskneme prstem kotvu relé. Proud z akumulátoru projde budicím vinutím a přemagnetuje stator. Je vhodné polaritu napětí dynama překontrolovat při otáčejícím se motoru voltmetrem (přitom odpojíme kabel ze svorky 51). Kdyby polarita byla opačná než žádáme, vypneme motor, zapojíme kabel zpět na svorku 51 a opět stiskneme kotvu relé. Vliv přepolování na zapalovací soustavu nebyl pozorován.

Uprava má i jisté nevýhody. Případné kolísání napětí se nyní mnohem více projeví. Při zapnutí světel (při počátečním větším odběru proudu – než se vlákna žárovek rozžhaví) může např. vlivem poklesu napětí vynechat motor. Nepravidelný chod motoru může být způsoben také radiální vůli klikového hřídele (opotřebené ložisko) a tuhým chodem uhlíků, které v těchto případech nedosedají celou plochou na kolektory. V zimním období, kdy je akumulátor více zatěžován, je původní provedení vhodnější.

Uprava je zvlášť vhodná pro novější typy motocyklů s malým akumulátorem (např. ČZ 175 Sport – 4,5 Ah), u nichž se vlivem přebíjení akumulátor velmi brzy zničí.

Literatura

- [1] Olověný akumulátor, starý problém, nové řešení. ST č. 1/1973.
- [2] Katalog polovodičových součástek TESLA.

Elektronika ve fotografii

Elektronický blesk na batérie i na siet

R. Bečka

Elektronický blesk ako zdroj umelého svetla vo fotografii je veľmi obľúbený pre jeho mnohé výhody. Na stránkach AR boli už mnohokrát popísané rôzne amatérské, ale i profesionálne výrobky. Elektronické blesky podľa druhu elektrickej energie možno rozdeliť na batériové a blesky so sieťovou prevádzkou. V nasledujúcich riadkoch bude popísaný elektronický blesk s batériovou i sieťovou prevádzkou.

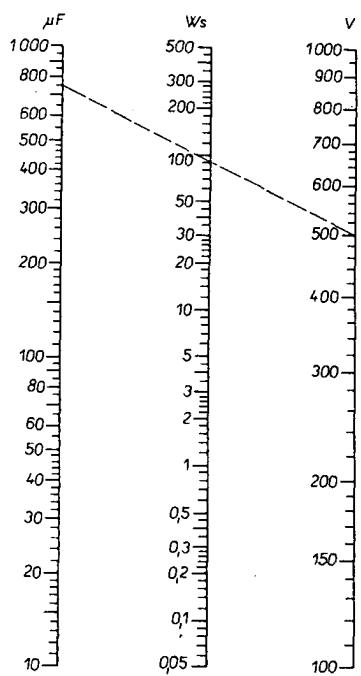
Pri amatérskej stavbe blesku vychádzame v prvom rade z toho, aký elektrolytický kondenzátor a výbojku sa nám podarí získať. Tu treba pripomeneť, že bežné elektrolytické kondenzátory na filtráciu v napájajcoch nie sú najvhodnejšie pre použitie v blesku. Pri zapálení blesku teče výbojkou veľký špičkový prúd (100 až 500 A), ktorým sú namáhané elektródy a prívody ku elektródam. Tieto sú okrem elektrického namáhania i mechanicky namáhané vplyvom silného magnetického pola vzniklého prietokom veľkého prúdu. Tým sa môže elektrolytický kondenzátor predčasne zničiť alebo zmenšíť svoju kapacitu, čo má za následok zmenšenie smerného čísla blesku. Kondenzátory určené pre blesky sú v katalógu udávané ako „výbojkové“. V tab. 1 sú parametre výbojkových kondenzátorov vyrábaných u nás. Hviezdíčkou sú označené zastaralé typy. Pre zrovnanie sú v posledných riadkoch tabuľky dva typy výbojkových kondenzátorov vyrábaných firmou Siemens od roku 1971. Tieto kondenzátory vyrábané s tzv. dvojítou anódou sú podstatne menšie ako naše výrobky.

Kapacitu elektrolytického kondenzátora volíme podľa požadovanej energie (alebo opačne zo zvoleného kondenzátora vypočítame energiu blesku) zo vzorca

$$A = U^2 \frac{C}{2} \quad (1),$$

Tab. 1. Parametre výbojkových kondenzátorov

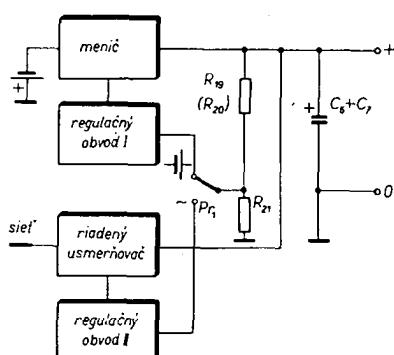
Výrobcu	Typové označenie	Kapacita [μF]	Napätie [V]	Rozmery [mm]		Energia [Ws]	Pomer [$\text{Ws}/[\text{cm}^3]$]
				\varnothing	L		
TESLA	WK 704 70 *	150	450	35	116	15	0,135
	WK 705 84 *	400	450	60	90	40	0,158
	WK 705 85 *	800	450	80	90	80	0,177
	TC 589	500	300	35	114	22,5	0,205
	TC 509	300	500	40	114	37,5	0,263
	TC 509	250	500	35	114	31,5	0,285
	Výbojové vzorky	400	500	35	90	50	0,578
Siemens		500	360	26	60	32,4	1,01
		1 100	360	35	65	71	1,12



Obr. 1. Nomogram na výpočet parametrov elektronického blesku

počítame ju na 1 cm^3 objemu kondenzátora, zistíme, že je výhodnejšie použiť kondenzátor na napäťe 500 V ako na napäťe 300 V, keďže energia kondenzátora sa zváčuje kvadraticky s napäťom a lineárne s kapacitou kondenzátora. V popisovanom blesku sú použité dva vývojové vzorky elektrolytických výbojkových kondenzátorov o kapacite 400 μF na napäťe 500 V. Bez elektrických úprav je možno použiť tri bežné kondenzátory TC 509 250 μF , ktoré sú väčšie, čím sa podstatne zváčia aj rozmer blesku.

Blokové schéma blesku je na obr. 2. Pozostáva z dvoch samostatných častí, a to z batériovej a sieťovej časti. Pre obe časti je spoločný výbojkový kondenzátor a delič. Z deliča sa odoberá vzorka výstupného napäťa, ktorá je cez prepínač „batéria – siet“ privádzaná na regulačné obvody. Úlohou regulačných obvodov je zapínať menič, popri riadení usmerňovačom tak, aby napätie na výbojkových kondenzátoroch C_6 a C_7 bolo konštantné.



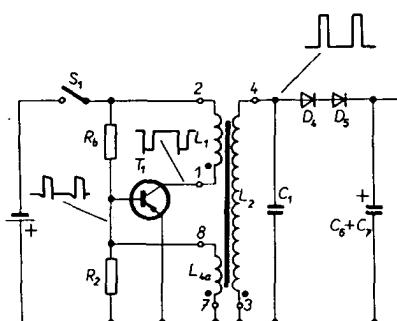
Obr. 2. Bloková schéma

Technické dátá

Energia pri polovičnom výkone:	50 Ws.
Energia pri plnom výkone:	100 Ws.
Čas nabijania z batérii	
pri polovičnom výkone:	asi 4 s.
pri plnom výkone:	asi 8 s.
Čas nabijania zo siete	
pri polovičnom výkone:	asi 2 s.
pri plnom výkone:	asi 4 s.
Trvanie záblesku:	1/750 s.
Použitý akumulátor:	6V/4,5 Ah.

Batériová časť

Pri batériovej prevádzke nabíja výbojkové kondenzátory tranzistorový jednočinný menič osadený tranzistorom T_1 . Principiálne schéma je na obr. 3. Menič pracuje ako blokujúci oscilátor. Po zapnutí spínača S_1 pretečie prúd cez odpor R_b do báze tranzistora. Tento sa otvorí a umožní prietok prúdu cez primárne vinutie L_1 . V spätnoväzobnom vinutí L_{4a} sa indukuje napätie, ktoré je privádzané do báze tranzistora. Polarita spätnoväzobného napäťa je volená tak, aby vznikla kladná spätná väzba potrebná pre kmitanie meniča. Sekundárne vinutie L_2 a diódy D_4 a D_5 sú pôlované tak, že počas zapnutia T_1 sú diódy v nepriepustnom smere. Záťaž sa teda netransformuje na primárne vinutie, kde preteká induktívny prúd, ktorý sa lineárne zváčuje. Po nasýtení transformátora T_1 sa zmenší budiace napätie, v dôsledku čoho sa zablokuje tranzistor. Počas prietoku prúdu cez primárne vynutie (tranzistor T_1 otvorený) nahromadi sa v indukčnosti transformátora energia, ktorá po rozpojení tranzistora vyvolá v sekundárnom vinutí opačne pôlovaný napäťový impulz, ktorý cez diódy pôlované v priepustnom smere nabija výbojkové kondenzátory C_6 a C_7 . Keď sa napätie na sekundárnom vinutí L_2 zmenší



Obr. 3. Principiálne zapojenie meniča (bokami sú označené začiatky vinutí pri dodržaní stále rovnakého zmyslu vinutia)

pod napätie na kondenzátoroch C_6 a C_7 , zatvoria sa diódy D_4 a D_5 . Spätný impulz, ktorý sa cez spätnoväzobné vinutie L_{4a} dostane na bázu T_1 , tento tranzistor otvorí a celý cyklus sa znova opakuje.

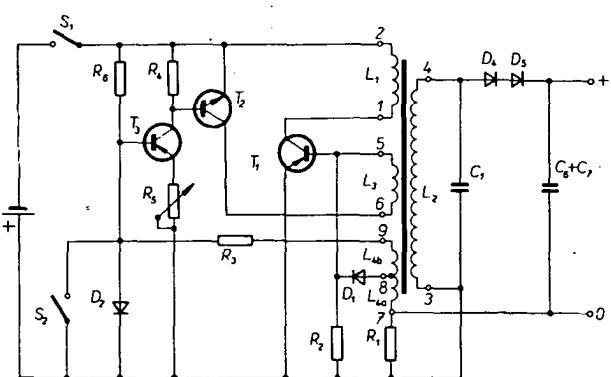
Maximálny kolektorový prúd v čase otvorenia tranzistora závisí od zosilňovacieho činiteľa tranzistora a od odporu R_b . Ak chceme, aby boli výbojkové kondenzátory C_6 a C_7 rýchlosť nabítia, je potrebné, aby kolektorový prúd bol asi 5 až 6 A. Veľký kolektorový prúd sa získá pri dostatočnom budení tranzistora. Z toho vyplýva, že odpor R_b by mal byť malý. Ak sa kondenzátory C_6 a C_7 nabijú na požadovanú hodnotu, je potrebné, aby tranzistor prestal kmitať. Bázový delič pozostávajúci z odporov R_b a R_2 by však zatažoval batériu. Pri zváčení odporu R_b by sa sice zmenšil odber prúdu z batérie, avšak menič by nespolahlivo kmital.

Po nавinutí transformátora možno ho vyzkúsať podľa zapojenia z obr. 3. Ak sa miesto odporu R_b použije odpor asi 470 Ω , musí menič kmitať. Keďže v tomto zapojení nemá menič automatické vypínanie po nabítí výbojkových kondenzátorov, treba merat napätie na kondenzátoroch, pretože menič ich dokáže nabíjať i na podstatne väčšie napätie, ako je ich maximálne prípustné napätie, tj. 550 V.

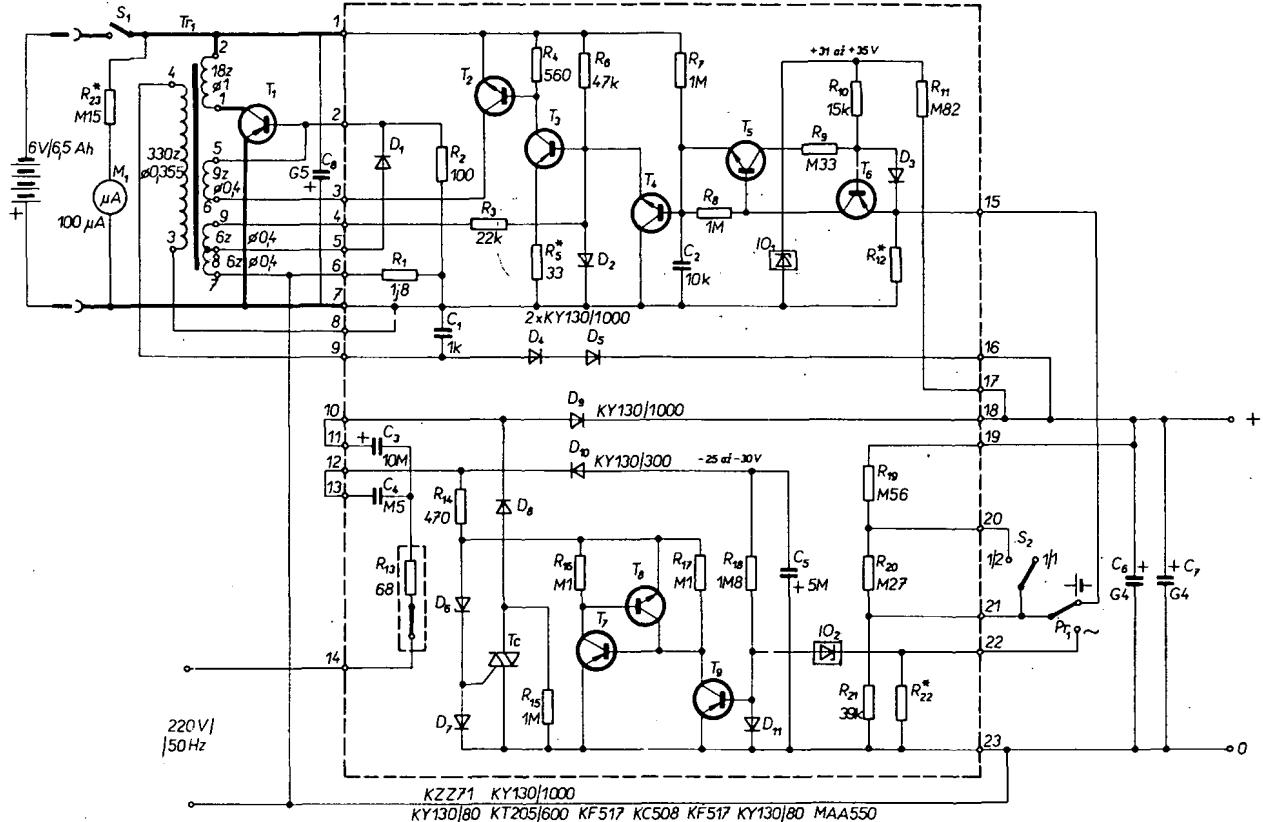
V skutočnom zapojení je báza tranzistora T_1 budená cez tranzistor T_2 . Zapojenie generátorovej časti blesku je na obr. 4. Spätnoväzobné napätie sa odoberá jednak z vinutia L_{4a} , ktoré je cez oddelovaciu diódu D_1 pripojené na bázu tranzistora T_1 , ako aj z vinutia L_{4b} , ktoré je cez odpor R_3 spojené s bázou tranzistora T_3 . Po zosilnení v tranzistoroch T_3 a T_2 je toto spätnoväzobné napätie privedené cez vinutie L_3 na bázu tranzistora T_1 . Vďaka tejto spätnej väzbe menič spoločne kmita i pri zmenšenom napätií akumulátora. Keď sú výbojkové kondenzátory nabité na menovitú hodnotu, zopne spínač S_2 (v skutočnosti tranzistor T_4), skratuje sa spätnoväzobné napätie a oscilátor prestane kmitať. Ak oscilátor nekmitá, je odber z akumulátora veľmi malý (asi 3 mA). Tranzistor T_4 (obr. 5) pracuje ako spínač, ktorý je ovládaný tranzistormi T_5 a T_6 . Integrovaný obvod IO_1 je referenčný zdroj, ktorého napätie sa privádzia do báze tranzistora T_6 . Do emitora tohto tranzistora sa privádzia vzorka výstupného napäťa z deliča R_{19} až R_{21} .

Sieťová časť

Pri sieťovej prevádzke blesku sa potrebné jednosmerné napätie získá zdvojením sieťového napäťa, ktoré sa potom rovná $220.2\sqrt{2} = 622$ V. Toto napätie sa v starších typoch bleskov zmenšovalo na 500 V odporom v prívode siete. Odpor spolu so zbytkovým svodovým od-



Obr. 4. Zapojenie meniča bez automatického vypínania



Obr. 5. Celkové zapojenie (čiarkované je vyznačený okraj dosky s plošnými spojmi, R_{13} je odpor s tepelnou poistkou. Odpor R_5 má byť 330Ω až $1.8\text{k}\Omega$. Nastavuje sa ním odber z batérie na 5 až 6 A. Akumulátor má byť správne označený 6V/4,5 Ah)

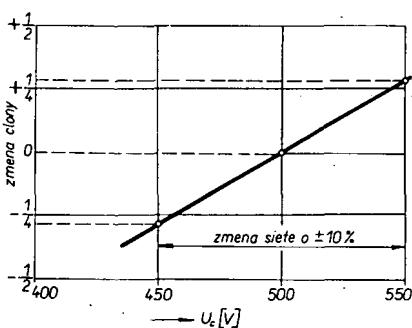
porom elektrolytického kondenzátora zmenšoval jednosmerné napätie na tomto kondenzátori a súčasne zmenšoval účinnosť zdvojovovača. Takéto zapojenie má veľkú nevýhodu v tom, že keď je blesk dlhšie zapnutý, zväčší sa napätie na kondenzátori nad maximálne prípustné napätie, čo mnohokrát viedlo k prerazaniu kondenzátora a k rôznym pochybným teóriam o tom, že naše výbojkové kondenzátory sú nespoľahlivé.

Ako najjednoduchšie sa náuka použiť sietový autotransformátor na zmenšenie napäcia pre zdvojovač. U tohto riešenia okrem toho, že autotransformátor by podstatne zväčšoval aj váhu a rozmery blesku, menilo by sa napätie na výbojkovom kondenzátori pri zmene sietového napäcia o $\pm 10\%$. Ak vychádzame z predpokladu, že napätie sieťe sa môže meniť v medziach $\pm 10\%$, menilo by sa napätie na výbojkovom kondenzátori od

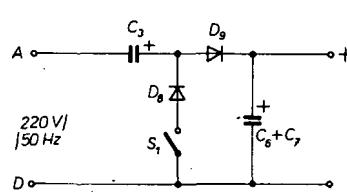
450 do 550 V. Tým by sa menila energia blesku (s kondenzátorom o kapacite $800\mu\text{F}$ od 81 do 121 Ws) a s ňou i smerné číslo blesku, čo by v konečnom efekte zapríčinilo nesprávne osvetlenie filmu. Obr. 6 ukazuje množstvo svetla vyžareného výbojkou pri zmene sietového napäcia o $\pm 10\%$, teda pri zmene napäcia na výbojkovom kondenzátori od 450 do 550 V. Zmena osvetlenia je vyjadrená ako odchýlka clony, o ktorú treba upraviť clonu na fotografickom prístroji, aby film bol správne osvetlený.

Výhodnejšie riešenie je na obr. 7. Keď je zapnutý spínač S_1 , pracuje zapojenie ako Villardov zdvojovač napäcia. Pri zápornej polvlnie striedavého napäcia na svorku A je dióda D_8 otvorená a prúd tečúci cez ňu nabija kondenzátor C_3 vyznačený polaritou. Pri kladnej polvlnie striedavého napäcia na svorku A je otvorená dióda D_9 . V tomto okamžiku je napätie na kondenzátor C_3 zapojené v sérii s napäťom zápornej polvlny striedavého napäcia. Cez otvorenú diódu D_9 vybieje sa kondenzátor C_3 do kondenzátorov C_6 a C_7 , ktoré sú súčasne nabijané aj kladnou polvlnou striedavého napäcia. Keďže kapacita kondenzátora C_3 je mnohokrát menšia ako

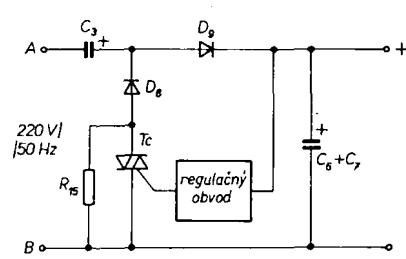
kapacita kondenzátorov C_6 a C_7 , nenabijú sa kondenzátory C_6 a C_7 hneď na dvojnásobné napätie siete, ale nabíjanie prebiehajúce podľa exponenciálnej funkcie trvá niekoľko sekúnd. Keď napätie na kondenzátoroch C_6 a C_7 dosiahne určitú (želanú) hodnotu napäcia (500 V), preruší sa nabíjanie rozpojením spínača S_1 . Ako spínač je použitý triak (obr. 8), ktorý je otváraný regulačným obvodom v závislosti od napäcia na kondenzátoroch C_6 a C_7 . Pretože pri otvorení je triak vodivý pre obe polvlny striedavého napäcia, je s ním do série zapojená dióda D_8 . Odpor R_{15} zapojený paralelne ku triaku vytvára spolu so záverným odporom diódy D_8 delič napäcia. Keďže odpor diódy D_8 v závernom smere je podstatne väčší ako odpor R_{15} , bude i väčšia časť záverného napäcia na dióde D_8 , čím vlastne dióda preberá funkciu záverného prechodu. Pri kladnej polvlnie striedavého napäcia na svorku A je triak vďaka odporu R_{15} a dióde D_8 namáhaný napäťom asi 200 V. Pri zápornej polvlnie je dióda D_8 otvorená, a ak je triak zatvorený (kondenzátory C_6 a C_7 nabité na



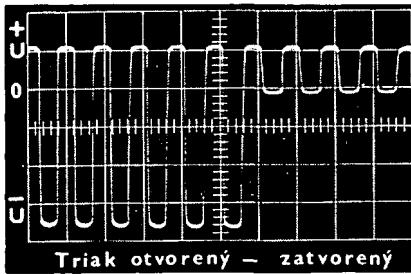
Obr. 6. Potrebná korekcia clony (u bleskov bez automaticky udržiavajúcej konštantné napätie na výbojkových kondenzátoroch) pri zmene sietového napäcia o $\pm 10\%$



Obr. 7. Principiálne zapojenie sietovej časti



Obr. 8. Zapojenie s triakom

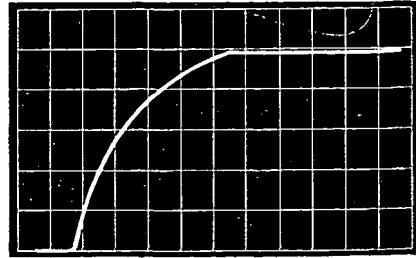


Obr. 9. Priebeh napäťia na anóde Zenerovej diódy D_6 (citlivosť: $x - 20$ ms/dielok, $y - 2$ V/dielok)

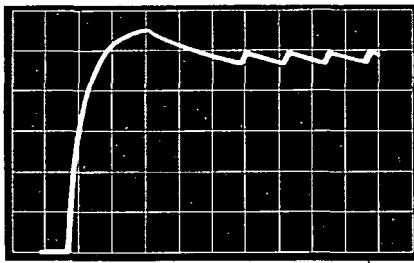
menovité napätie), je prechod triaku namáhaný napäťom $220\sqrt{2} = 311$ V. Dióda D_8 (podobne dióda D_9) musí mať dostatočné záverné napätie. Je namáhaná napäťom $2 \times 220\sqrt{2} = 622$ V a pri zváčení sieťového napäťia o 10 % až napäťom 685 V. Vzhľadom na bezpečnú prevádzku sú ako diódy D_8 a D_9 použité KY130/1000, ktorých záverné napätie je 1 000 V.

Kompletné zapojenie sieťovej časti blesku je na obr. 5 (v spodnej časti). Potrebný riadiaci impulz pre triak sa získava pomocou člena RC (C_4 , R_{14}). Kondenzátor C_4 splňa pri tom dve funkcie. Zmenšuje činný výkon v spúšťacom obvode a tým aj tvorenie tepla a spôsobuje posunutie fáze spúšťacieho prúdu tak, že už pred začiatkom zápornej polvlny anódového napäťia teče prúd do riadiacej elektródy triaku, čím sa zabráni rušeniu pri otváraní triaku, keďže tento je otvorený už pri malých prúdoch. Odpor R_{14} obmedzuje prúdové špičky v spúšťovom obvode pri zapnutí prístroja. Napätie na odpore R_{14} je diódou D_{10} usmernené a po filtriácii kondenzátorom C_5 slúži ako pomocné napätie, na ktoré bude poukázané ďalej. V spúšťovom obvode triaku T_C je zapojená Zenerová dióda D_6 . Pri záporných spúšťacích prúdoch pracuje ako Zenerová dióda, pri kladných polvlnách pracuje ako dióda v prednom smere. Pri týchto (nežiaducích) kladných polvlnách je otvorená dióda D_7 a zvádzka kladné polvlny striedavého napäťia. Paralelne ku Zenerovej dióde je zapojená komplementárna dvojica tranzistorov T_7 , T_8 regulujúca prúd do riadiacej elektródy triaku. Keďže potenciál emitora T_8 menší ako Zenerové napätie diódy D_6 , nedostane riadiaca elektróda triaku budiaci prúd. Tranzistory T_7 a T_8 pracujú nasledovne: po zapnutí blesku začnú sa nabíjať výbojkové kondenzátory C_6 a C_7 . Napätie na katode IO_2 je menšie ako napätie potrebné na jeho otvorenie, teda prúd neteče. Pomocným napäťom na kondenzátore C_5 je vyvolaný budiaci prúd privádzaný cez odpory R_{18} do báze tranzistora T_9 , ktorý je týmto prúdom otvorený do saturácie a zatvára tranzistory T_7 a T_8 . Budiaci prúd, ktorý sa privádzza cez odpor R_{17} do báze T_7 je otvoreným tranzistorom zvedený. Keďže sú tranzistory T_7 a T_8 zatvorené, môže tieť cez Zenerovú diódu D_6 prúd do riadiacej elektródy triaku, ten sa otvorí a elektrolytické kondenzátory C_6 a C_7 sa nabijajú. Keď je na kondenzátoroch menovité napätie, začne integrovaný obvod IO_2 viesť prúd a zatvori tranzistor T_9 . Tým sa otvoria tranzistory T_7 a T_8 a zvedú budiaci prúd tečúci kondenzátorom C_4 a odporom R_{14} . Do riadiacej elektródy triaku T_C neteče riadiaci prúd a pri najbližšom poklese anódového prúdu pod prídržnú hodnotu sa triak uzavrie a výbojkový kondenzátor sa prestane nabíjať. Týmto je

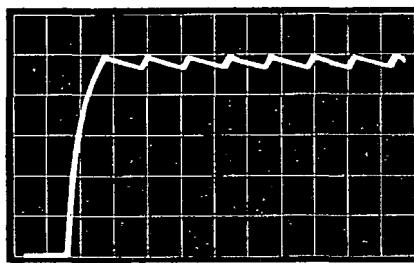
na výbojkovom kondenzátore udržované konštantné napätie s presnosťou lepšou ako 1 %. Na obr. 9 je priebeh napäťia na anóde Zenerovej diódy D_6 pri otvorenom a zatvorenom triaku. V starších druhoch bleskov sa používali na miesto integrovaného obvodu dútnavky. Nevýhodou dútnaviek je, že k ich prvému zápalu dochádza pri podstatne vyššom napäťi ako ďalším zápalom. Táto vlastnosť sa veľmi nepríjemne prejaví v tom, že pri zapnutí blesku prevyši napätie na výbojkovom kondenzátore maximálne prípustné napätie, čo môže viesť k prerazieniu kondenzátora. Obr. 10 ukazuje priebeh napäťia na výbojkovom kondenzátore po zapnutí blesku na sieť asi po dvojtýždňovej prestávke v používaní. Ako vidno z fotografie osciloskopu, prvýkrát dútnavka zapaľila až vtedy, keď napätie na výbojkovom kondenzátore dosiahlo 550 V. Keď sa napätie na výbojkovom kondenzátore zmenší pod 465 V, dútnavka zhasne a nabíjací cyklus sa obnoví dňaľ, kým sa dútnavka znova nezapáli. Ako vidno z obr. 10, druhý a ďalšie zápalys dútnavky sú rovnaké. Po prvom odpálení blesku ďalší nabíjanie výbojkového kondenzátora pre-



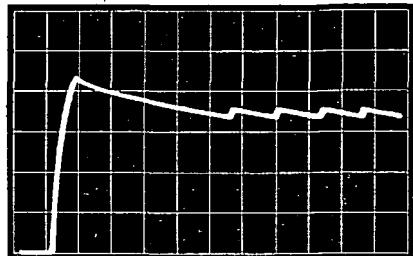
Obr. 12. Priebeh napäťia na výbojkových kondenzátoroch pri sieťovej prevádzke s použitím integrovaného stabilizátora IO_2 (citlivosť: $x - 1$ s/dielok, $y - 100$ V/dielok)



Obr. 10. Priebeh napäťia na výbojkových kondenzátoroch pri použití dútnavky miesto IO_2 , blesk zapnutý na sieťovú prevádzku asi po dvojtýždňovej prestávke v používaní (citlivosť: $x - 2$ s/dielok, $y - 100$ V/dielok)



Obr. 11. Priebeh napäťia na výbojkových kondenzátoroch s dútnavkou miesto IO_2 po prvom blesku (citlivosť rovnaká ako v obr. 10)

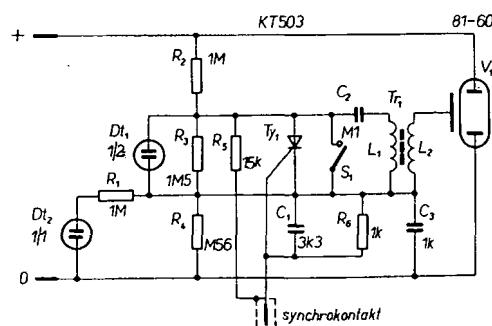


Obr. 13. Priebeh napäťia na kondenzátoroch za podmienok ako pri obr. 10 s tým rozdielom, že prepínač výkonu je prepnutý na 1/2 (citlivosť: $x - 2$ s/dielok, $y - 100$ V/dielok)

biehajú podľa obr. 11. Kolísanie výstupného napäťia od 460 do 500 V je spôsobené rozdielom medzi zápalným a zhasinacím napäťom použitej dútnavky. Obr. 12 ukazuje priebeh napäťia na výbojkovom kondenzátore pri použití integrovaného obvodu MAA550 namiesto dútnavky. Ak sa predsa niekto rozhodne použiť dútnavku, je potom potrebné pri zapnutí blesku na sieť (hlavne po dlhšej prestávke v používaní) prepnúť spínač S_2 na polovičný výkon. Ak vidno z obr. 13, je i teraz prvý zápal dútnavky pri vyššom napäťi, avšak toto napätie nie je pre výbojkový kondenzátor nebezpečné. Keďže zápalné napätie dútnavky je podstatne väčšie ako napätie integrovaného obvodu, je potrebné zmeniť delič pozostávajúci z odporov R_9 až R_{22} . Tento delič je navrhnutý tak, aby výstupné napätie bolo 500 V. Pomocou spínača S_2 sa mení deliaci pomer výstupného deliča a tým sa skokom zmení výstupné napätie na 360 V, ktoré odpovedá polovičnému svetelnému výkonu blesku.

Reflektor

Zapojenie reflektora je na obr. 14. Cez odporový delič pozostávajúci z odporov R_2 až R_4 je nabíjaný zápalovací kondenzátor C_2 na napätie asi 150 V. Odporu R_2 a R_4 pri tom



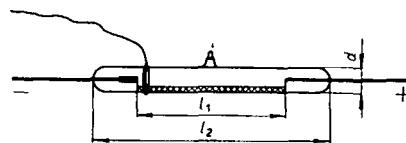
Obr. 14. Zapojenie reflektora

splňajú podmienku ochranných odporov voči nebezpečnému dotyku, keďže synchrokontakt fotoaparátu je jedným pólom spojený cez tieto odopy so sieťou. Tu treba pripomeneť, že ku sieťovým bleskom bez oddeľovacieho transformátora, ako je väčšina sieťových bleskov a aj blesk podľa obr. 5, nemožno pripojiť taký reflektor, ktorý by nemal oba ochranné odopy (R_2 a R_3). Reflektory batériových bleskov kvôli jednoduchosti väčšinou jeden z ochranných odporov nemajú. Pri batériovej prevádzke to nie je na závadu, avšak pri prevádzke zo siete mohlo by prísť k smrteľnému úrazu a preto sa treba presvedčiť, či starší reflektor, ktorý už náhodou vlastníme, má oba oddeľovacie odopy.

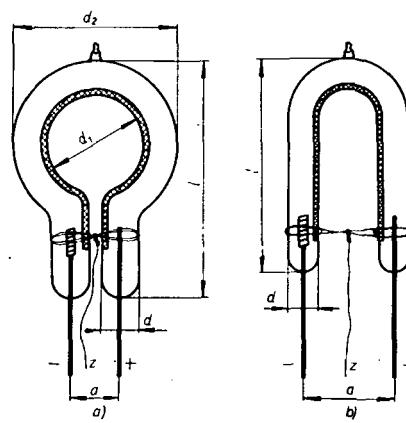
Delič napäťia pozostávajúci z odporov R_2 a R_4 je navrhnutý tak, aby dútnavka Dt_1 sa rozsvietila vtedy, keď napätie na výbojkových kondenzátoroch dosiahne asi 310 V, t.j. dútnavka sa rozsvieti o niečo skôr, ako sa dosiahne napätie odpovedajúceho polovičnému svetelnému výkonu (360 V). Dútnavka Dt_1 sa rozsvieti až vtedy, keď je na výbojkovom kondenzátori napätie asi 460 V. Pri polovičnom výkone blesku (prepiňač v polohe 1/2) svieti dútnavka Dt_1 a pri plnom výkone svietia obe dútnavky. Dútnavka Dt_1 je pripojená priamo k odporu R_3 a pracuje súčasne ako stabilizátor - udržuje konštantné napätie na zapaľovacom kondenzátori C_2 , čím sa získá ako pri polovičnom, tak i pri plnom výkone rovnaký zapaľovací impulz. Odpor R_1 je tiež oddeľovací (ochranný) odpor proti úrazu vtedy, keď je zapálená dútnavka Dt_2 .

Zapaľovací kondenzátor C_2 je zapojený cez primárne vinutie zapaľovacej cievky k odporu R_3 a dútnavke Dt_1 . Cez odopy R_2 a R_4 sa tento kondenzátor nabija na napätie 150 V. Blesk sa spúšťa skratovaním kontaktov synchrozásuvky. Tým sa cez odpor R_5 priviedie prúd do riadiacej elektródy tyristora Ty_1 , ktorý sa otvorí a zapaľovací kondenzátor C_2 sa vybije cez tyristor a primárne vinutie zapaľovacej cievky. V sekundárnom vinutí L_2 sa indukuje vysokonapäťový impulz, ktorý zionizovaním plynov zapáli výbojku V_1 . Použitie tyristora ako spínacieho prvkú má vefkú výhodu v tom, že spínací prúd tečúci synchrokontaktom vo fotografickom prístroji je asi 10 mA (pri klasickom zapojení dosahuje špičkový prúd až 10 A). Hoci tento prúd tečie kontaktom približne 5 až 10 μ s, vzniká na kontaktoch iskrenie a kontakty sa opaľujú, čím sa zväčšuje ich prechodový odpor. Pri zväčšenom prechodom odopore kontaktov blesk nespôsobí štartuje. Niekedy sa dokonca môže stať, že sa vplyvom iskrenia kontakty „zlepia“. Uvedené zapojenie pracovalo naprostro spoľahlivo i takým fotografickým prístrojom, ktorého synchrokontakty boli dokonale opálené (kupodivu profesio-nálne vyrábaným bleskom).

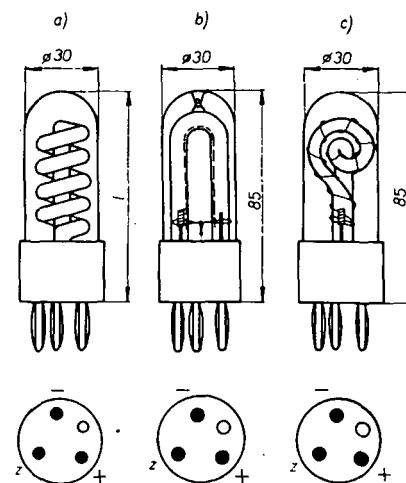
I napriek tomu, že kondenzátor C_1 zapojený medzi riadiacu elektródu a katódou tyristora potlčá rušivé impulzy, treba prívod ku riadiacej elektróde tyristora zapojiť na stredný kontakt synchrozásuvky. V opačnom prípade, t.j. keď riadiaca elektróda je spojená s vonkajším vývodom synchrozásuvky a teda vo väčšine aj s kostrou fotoaparátu, môže prísť vplyvom statickej elektriny pri uchytenej prístroja k neželateľnému zapáleniu blesku. Pri dnešnom vefkem používaní umelých hmôt na odvety a rôzne poťahy nábytku dochádza k silnému nabijaniu statickej elektriny. Pri uchytenej fotografického prístroja príde k vybitiu statického náboja, a ak riadiaca elektróda tyristora Ty_1 je spojená s kostrou fotoaparátu, postačí impulz zo statickej elektriny k otvoreniu tyristora a tým aj k zapáleniu blesku. Túto jedinú



Obr. 15. Rozmery tyčkovitých výbojok



Obr. 16. Rozmery a prevedenie prstencovitých výbojok a výbojek tvaru U



Obr. 17. Rozmery a zapojenie výbojok, typy 80-22 a 80-72 (a), typ 81-60 (b) a typ G-350 (c)

nevýhodu tyristorového zapaľovania možno však, ako už bolo uvedené, ľahko odstrániť tým, že riadiaca elektróda tyristora bude spojená so stredným vývodom synchrozásuvky.

Ručné zapálenie blesku sa prevádzka spínačom S_1 . Ako spínač sa môže použiť mikrospínač typ QN 559 02. Kondenzátor C_3 pre striedavý prúd spojuje katódou výbojky s dolným koncom sekundárneho vinutia zapaľovacej cievky. Tým sa zväčší amplituda vysokonapäťového impulzu privádzaného medzi katódou a zapaľovacím elektródou výbojky. V opačnom prípade by sa zapaľovací impulz privádzal na katódou výbojky cez veľký oddeľovací odpor R_4 .

Výbojky

Výbojky pre elektronické blesky používajú princíp oblúkového výboja studenej katódy. Sú plnené vzácnym plynom xenónom.

Vybíjaním kondenzátora cez výbojku vznikajú veľmi silné záblesky, pričom výboj sa zapaľuje krátkym vysokonapäťovým impulzom, ktorý kapacitnou väzbou zionizuje plyn vo výbojke.

Výbojky pre elektronické blesky sa zhotovujú z tvrdého skla vyrobeného z vybraného kremeňa. V výbojke sú vstavané dve wolframové elektródy (anóda a katóda). Katóda býva rozmere väčšia ako anóda (niektoré malé tyčkové výbojky majú obe elektródy rovnaké). Geometrický tvar výbojok býva tyčkovitý, prstencovitý, v tvaru U alebo špirálovitý. Na obr. 15 až 18 sú tvary a roz-mery jednotlivých výbojok. Pri montáži treba dodržať správne zapojenie výbojky, na hrubšiu elektródu (t.j. katódu) sa privádzajú vždy záporný pól napäťia.

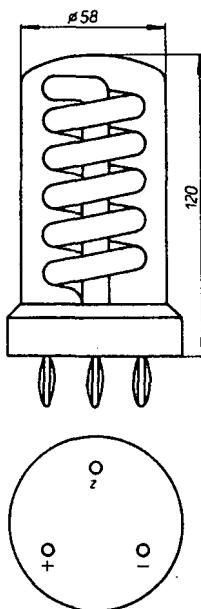
V tab. 2 a 3 sú zhrnuté dátá výbojok vyrábaných v NDR a dátá sovietskej výbojky IFK 120, ktorú možno u nás kúpiť. Pre každú výbojku je charakteristické tzv. pracovné napätie, t.j. napätie medzi anódou a katódou pred zapálením výbojky. Pracovné napätie musí byť v rozsahu, ako je udané v tabuľkách. Pri zvýšení napäťia nad pracovné napätie môže nastať spontánne zapálenie výbojky a tým k jej zničeniu v dôsledku preťaženia. Pri menšom napätií nemusí výbojka zapaliť. V tabuľkách udaná maximálna elektrická práca vo Ws platí pre udaný počet zábleskov za jednu minutu. Pomocné napätie je také napätie, na ktoré má byť nabity zapaľovací kondenzátor o kapacite 47 nF pri použíti výrobcom doporučovanej zapaľovacej cievky. Pri zmene kapacitý zapaľovacieho kondenzátora, ako aj pri použíti inej zapaľovacej cievky, je dôležité, aby zapaľovacie napätie bolo väčšie než minimálne zapaľovacie napä-

Tab. 2. Dátá výbojok

Typ	82-00	82-20	82-30	82-40
Pracovné napätie [V]	400 až 700	350 až 500	400 až 600	300 až 500
Max. el. práca A_{max} [Ws]	40	40	35	35
Pomocné napätie [V]	200	175	200	150
Max. počet zábleskov pri A_{max} za 1 min.	10	6	6	4
Min. zápalné napätie [kV]	1,6	0,8	0,75	1
Optická dĺžka l_1 [mm]	44	38	30	25
Celková dĺžka l_2 [mm]	72	65	48	38
Priemer d [mm]	5,5	5,5	5,5	6
Prevedenie	trubkové	(obr. 15)		

Tab. 3. Dáta výbojok

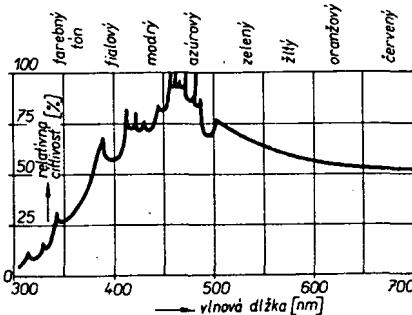
Typ	83-00	83-20	83-30	81-00	81-10	IFK 120	81-60	80-22	80-72	G 350	80-151
Pracovné napätie [V]	400 až 1 000	500 až 1 000	400 až 1 000	380 až 500	220 až 350	300 až 320	360 až 500	500 až 1 000	2 500 až 4000	1 000 až 1 300	4 000 až 5 000
Max. elektrická práca A_{max} [Ws]	165	125	250	150	100	120	200	200	400	80	1000
Pomocné napätie [V]	200	200	250	190	200		150	250	300	300	400
Max. počet zábleskov pri A_{max} za 1 min.	6	6	3	4	4		4	4	2	4	2
Min. zápalné napätie [kV]	2,0	1,2	1,5	0,6	0,4		0,6	2,5	4,5	4,0	6,0
Dĺžka / [mm]	47	71	95	42	45		54				
Vnútorný priemer d_1 [mm]	19	24,5	58								
Vonkajší priemer d_2 [mm]	33	47,5	77								
Rozteč elektród a [mm]	10	16	16	18	14		16				
Priemer d [mm]	7,5	10,5	10	6	6		7				
Prevedenie	prstencové (obr. 16a)		tvar U (obr. 16b)		obr. 17b		obr. 17a		obr. 17c		obr. 18



Obr. 18. Rozmery výbojky 80-151

tie udané v tabuľkách charakteristických hodnôt.

Spektrálne zloženie svetla výbojok plnených xenónom odpovedá približne zloženiu denného svetla, alebo žiareniu čierneho telesa teploty asi $6\ 000\ ^\circ\text{K}$. Spektrálna charakteristika výbojky je na obr. 19. Kedže spektrálne zloženia svetla blesku je podobné dennému svetlu, možno s výhodou použiť filmy

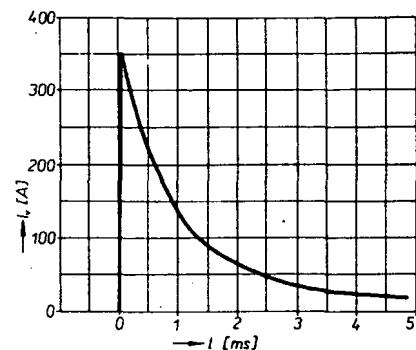


Obr. 19. Spektrálne zloženie svetla výbojok plnených xenónom

určené pre denné svetlo aj pri fotografovaní bleskom, čo má veľkú výhodu hlavne pri fotografovaní na farebné inverzné filmy, u ktorých už nie je možná dodatočná farebná korekcia.

Využitie svetla výbojkového blesku (merný výkon) je asi $35\ \text{lm}/\text{W}$ a je definované ako pomer vyžiareného svetla a príkonu \mathcal{O}/N , kde \mathcal{O} je svetelný tok [1 m] a N je príkon [W].

Pre porovnanie je v tab. 4 zhnutý merný výkon rôznych svetelných zdrojov. Ako vidno z tabuľky, je využitie svetla výbojkového blesku súčasťou ako u fotografickej žiarovky Teslafot B, je však menšie ako využitie svetla žiarivky. Avšak vďaka tomu, že trvanie záblesku elektronického blesku sa pohybuje od $1/250$ do $1/1\ 000$ s, je intenzita svetla mnohokrát väčšia ako ostatných zdrojov svetla. Trvanie záblesku závisí od kapacity výbojkového kondenzátora a vnútorného odporu výbojky. Vnútorný odpor jednotlivých typov výbojok je rozdielny (asi 1 až $10\ \Omega$). Vôľbou typu výbojky a kapacity kondenzátora dajú sa dosiahli časy záblesku $1\ \mu\text{s}$ až $10\ \text{ms}$. Čas trvania záblesku sa počíta od zapálenia blesku po dobu, kedy klesne svetelný výkon na polovičku. Na obr. 20 je znázornený priebeh prúdu tečúceho výbojkou, ktorý vyvolá približne rovnaký priebeh svetelného toku. Pri meraní bola použitá výbojka 81-60 napájaná z kondenzátora o kapacite $800\ \mu\text{F}$ nabitého na napätie $500\ \text{V}$. Na predĺženie záblesku možno zapojiť do prívodu k výbojke indukčnosť $0,1$ až $1\ \text{mH}$. Použitím cievky a tým aj zataženie výbojky, čím sa predlží jej doba života, ktorá je všeobecne viac tisíc výbojov a závisí od prevádzkových podmienok. Pri bežných bleskoch sa môže podľa výrobcu počítať s najmenej $5\ 000$ výbojmi. Koniec doby života je signalizovaný začiernením banky najmä v okolí katódy v dôsledku rozprášovania materiálu katódy.



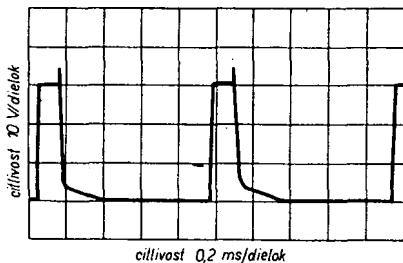
Obr. 20. Priebeh prúdu tečúceho výbojkou pri zapálení blesku

Nastavenie blesku

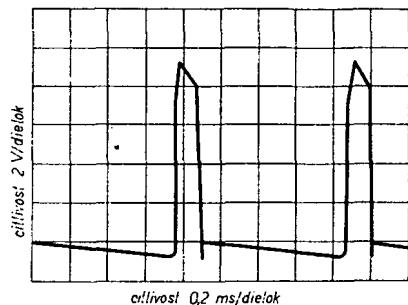
Nastavenie blesku sa prevádzka tak, že sa každá časť nastavuje zvlášť. Je výhodné najprv nastaviť sieťovú časť. Ak je zapojenie správne, pracuje obvod na prvé zapnutie. Spínač S_2 sa prepne do polohy 1/2. Odpor R_{22} sa vyberie taký, aby výstupné napätie merané na výbojkových kondenzátoroch bolo $360\ \text{V}$. Potom sa prepne spínač S_2 do polohy 1/1 a odpor R_{20} sa vyberie tak, aby výstupné napätie bolo 495 až $500\ \text{V}$. Pri nastavovaní sieťovej časti treba napájať blesk z oddeľovacieho transformátora, keďže blesk je tzv. univerzálné zariadenie, podobne ako niektoré rozhlasové alebo televízne prijímače, čiže je galvanicky spojený so sieťou. Treba pamätať aj na to, že napätie na výbojkovom kondenzátore ($500\ \text{V}$) je životu nebezpečné, a preto do stavby blesku sa môže pustiť len odborník. Náležitú pozornosť treba venovať aj prívodu k reflektoru. V popisovanom

Tab. 4. Účinnosť rôznych zdrojov svetla

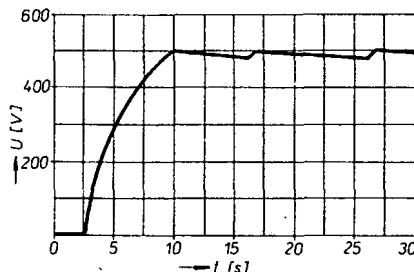
Zdroj svetla	Merný výkon [lm/W]
Žiarovka 100 W číra	14
Žiarovka 500 W číra	17
Žiarovka Teslafot B 500 W	22
Halogénová žiarovka 1 000 W	31
Výbojkový blesk	35
Žiarivka 40 W biela	65



Obr. 21. Priebeh napäťa na kolektore tranzistora T_1 . Pri meraní bol na výstup blesku (ku kondenzátorom C_6 a C_7) zapojený zaťažovací odpor $16\text{ k}\Omega/25\text{ W}$



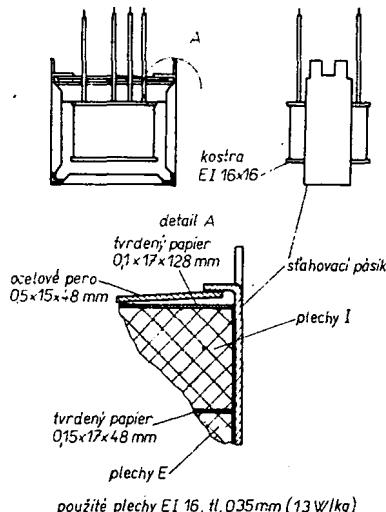
Obr. 22. Priebeh napäťa na báze tranzistora T_1 (záťaž ako pri obr. 21)



Obr. 23. Priebeh napäťa na výbojkových kondenzátoroch po zapnutí blesku pri batériovej prevádzke

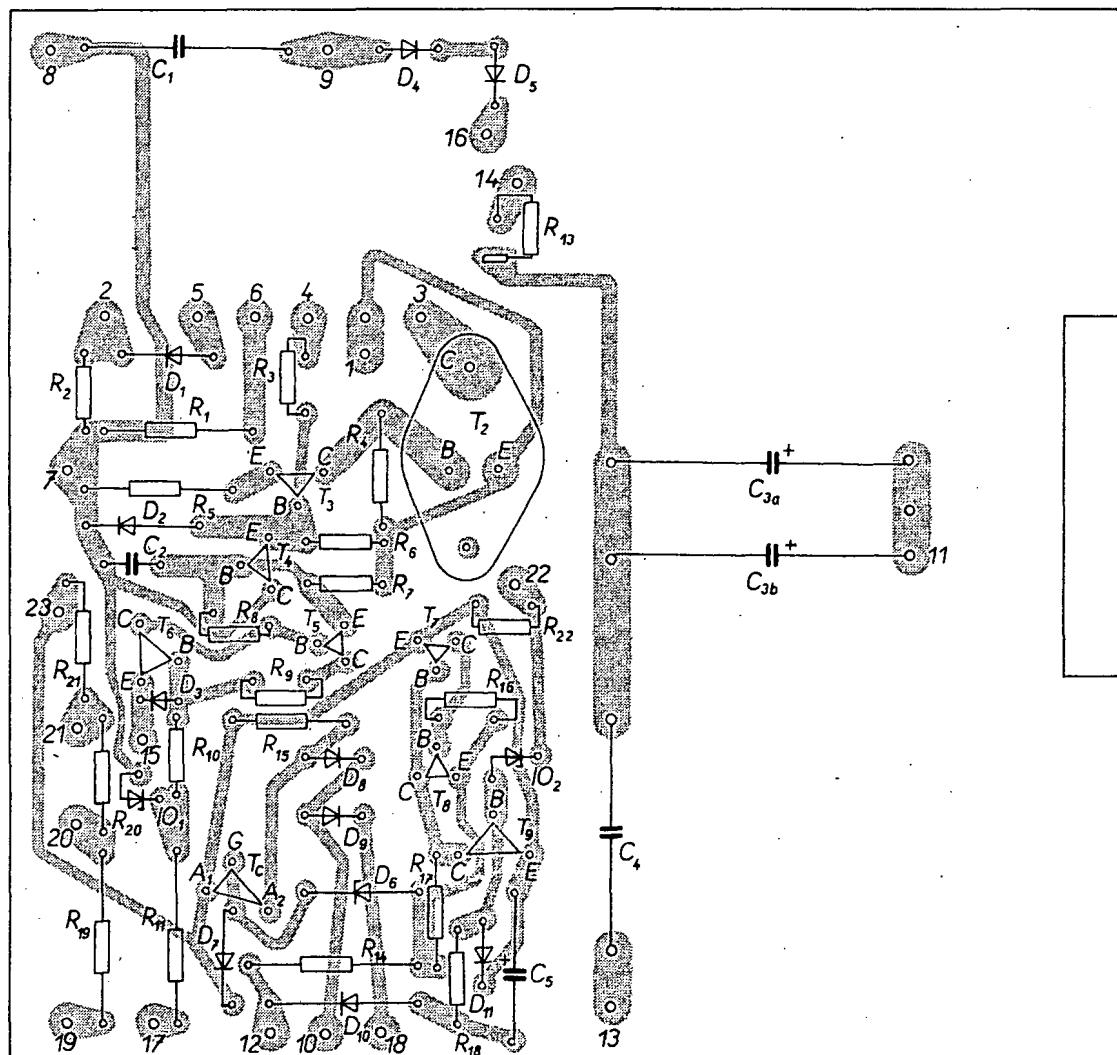
blesku je reflektor spojený so zdrojovou časťou dvojpramennou šnúrou typ TP 06/53 E 578/67, ktorá má zosilnenú izoláciu a pri tom je dostatočne ohybná a má i pekný vzhľad.

Po oživení sieťovej časti odpojí sa blesk od siete a zapne spínačom S_1 . Ak je zapojenie správne (hlavne správne zapojenie vývody na transformátore), začne oscilátor kmitať. Keď oscilátor nekmitá, treba skontrolovať vývody vinutia L_1 a L_4 . Odpor R_5 sa vyberie tak, aby priebeh napäťa na kolektore mal tvar podľa obr. 21. Priebeh napäťa na báze T_1 je na obr. 22. Ak nemáme k dispozícii osciloskop, nastavíme odber na 5 až 6 A. Odpor R_{12} vyberieme tak, aby výstupné napätie pri



Obr. 24. Zostava transformátora Tr_1

batériovej prevádzke bolo také ako pri sieťovej (500/360 V). Ak nie je možné odporom R_{12} nastaviť správne napätie, treba upraviť veľkosť odporu R_{21} . Potom však treba pri sieťovej prevádzke dostaviť odporom R_{22} správne výstupné napätie. Priebeh napäťa na výbojkových kondenzátoroch po zapnutí blesku pri batériovej prevádzke je na obr. 23.

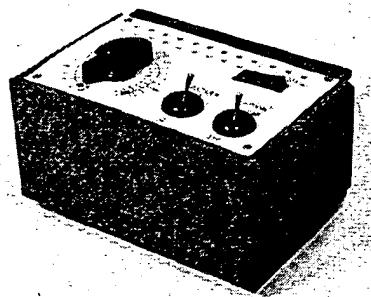


Použité súčiastky

$I_{O_1} = I_{O_2} = MAA550$	
C_1	1 nF, TC 195
C_2	10 nF, TK 751
C_3	2x 5 μ F, TE 993
C_4	0,5 μ F, TC 483
C_5	5 μ F, TE 986
C_6	400 μ F/500 V
C_7	400 μ F/500 V
C_8	500 μ F, TE 982
B_1	akumulátor olovený 6 V/4,5 Ah. výrobok NDR
M_1	meraci prístroj Mi 40

P_{T_1}	mžikový spínač B 611
S_1	páčkový spínač 4162 - 18
S_2	prepínač WK 533 00
1 ks	prístrojová prívodka 5911 - 21/A
1 ks	prístrojová prívodka 5911 - 21/B
1 ks	zástrčka 5813 - 21

Ostatné súčiastky sú uvedené ve schématu. Zostava transformátora T_{T_1} je na obr. 24, rozloženie súčiastok na doske s plošnými spojmi na obr. 25.



Jednoduchý časový spínač s režimom zváčšovacieho prúdu

Ing. Igor Vítaz

Technický popis

Doba zopnutia: plynule nastaviteľná; v rozsahu A 2,5 až 25 s, v rozsahu B 20 až 200 s.
Doba obnovenia kľudového stavu: v rozsahu A max. 4 s, v rozsahu B max. 40 s.

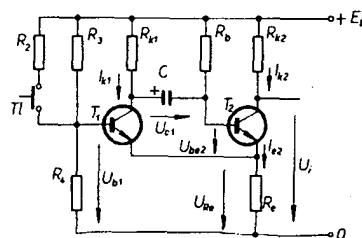
Maximálny spínací príkon: 220 VA.
Osadenie: tranzistory 2x KC508
diódy 2x KA501
1x 2NZ70
4x KY724F
tyristor 1x KT505

Popis zapojenia

V časovom spínači je použitý ako spínacie prvok tyristor. Tyristor je ovládaný napäťovými impulzmi z monostabilného kľupného obvodu. Doba zapnutia sa nastavuje zmenou väzobného obvodu v monostabilnom kľupnom obvode. Spínač možno vypnúť a prepnúť na trvale zopnutý stav.

Použitie tyristora ako spínacieho prvku na striedavý prúd má nevýhodu v tom, že pôsobí súčasne ako jednocestný usmerňovač. To má za následok zmenšenie efektívnej hodnoty pretekajúceho prúdu a tým aj zmenšenie výkonu na polovicu. Takýto spínač sa nedá použiť priamo na spínanie žiarovky, lebo jas žiarovky veľmi poklesne.

Túto nevýhodu tyristora odstráime tým, že tyristor budeme pre každú polvlnu „otáčať“. Vhodný spôsob komutácie je znázornený na obr. 1. Tyristor je pripojený v priečnej vete mostika tvoreného diódami. Ak je tyristor rozopnuty, mostíkom netečie prúd. Pri zopnutom tyristore tečie (pri kladnej

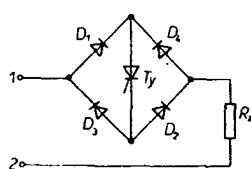


Obr. 2. Zapojenie kľupného obvodu

polvlnie na zvierke 1) prúd cez D_1 , T_1 , D_2 , R_2 na zvierku 2. Pri opačnej polarite napäťa tečie prúd zo zvierky 2 cez R_5 , D_4 , T_2 , D_3 na zvierku 1. Diódy pôsobia ako spínacie prvky, ktoré „otáčajú“ tyristor tak, že je vždy zapojený v prieplustnom smere. Nevýhodou tohto zapojenia je, že potrebujeme štyri diódy, ktoré musia zniest rovnaký prúd ako tyristor a musia mať rovnako veľké záverné napätie. Zapojenie je však veľmi jednoduché, dá sa realizovať do malého priestoru a na spínanie tyristora potrebujeme podstatne menší výkon ako na spínanie relé.

Kľupný obvod

Zapojenie kľupného obvodu je na obr. 2. Je to nesymetrický kľupný obvod s emitorovou väzbou. V kľudovom stave je tranzistor T_1 zatvorený. Kondenzátor C sa nabíja na napätie $U_{C1} = E_k - I_{C1} R_c - U_{be2}$. V kľudovom stave musí platiť, že $U_{be1} < U_{Re}$. pri stačení tlačítka T_1 vzrástie napätie na bázi tranzistora T_1 ; T_1 sa otvorí a napätie na jeho kolektore sa zmenší. Nastane lavínovité preklopenie obvodu. Tranzistor T_2 je teraz zatvorený záporným napätiom na kondenzátor C . Kondenzátor sa začne vybijať v obvode: C , R_b , R_{k1} , a prebija sa na napätie $U_{C2} = I_{k1} R_{k1}$. Toto napätie má opačnú polaritu ako malo pôvodné napätie na kondenzátor. Keď sa napätie na kondenzátor zmenší na $U_{C3} = U_{ke1} - U_{be2}$, tranzistor T_2 sa otvorí, na odpore R_c vzrástie napätie a nastane lavínovité preklapanie obvodu do kľudového stavu. Kondenzátor C sa znova nabíja v obvode: R_{k1} , C , báza T_2 , emitor T_2 , R_c . Priebehy napäti na kondenzátoru sú znázornené na obr. 3.



Obr. 1. Princíp komutácie tyristora

Výpočet kľupného obvodu

AK si zvolíme amplitúdu napäťa impulzu U_i a prúd I_{k2} , ktorý musí byť väčší ako je vstupný prúd tyristora, sú vzťahy pre výpočet kľupného obvodu nasledovné:

$$R_{k2} = \frac{U_i}{I_{k2}} \quad R_{k1} \text{ volíme: } R_{k1} = (1 \text{ až } 3) R_{k2},$$

$$R_c = \frac{E_k - U_i}{I_{k2}}$$

Vzťahy pre výpočet odporov R_3 a R_4 sú odvodené z podmienky zatvorenia tranzistora T_1 v kľudovom stave:

$$R_4 = \frac{\beta R_c E_k (R_{k1} - R_{k2})}{E_k \cdot R_{k2} + \beta R_{k1} (R_{k2} + R_c) I_{CBOmax}},$$

$$R_3 = \frac{\beta R_4 R_{k1}}{R_4 + \beta R_{k2}}$$

Odpor R_b volíme z podmienky $R_b \leq \beta R_{k2}$, aby bol tranzistor T_2 v kľudovom stave nasýtený.

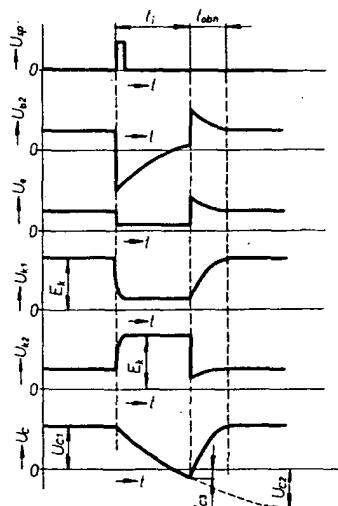
Kondenzátor C vypočítame na základe požadovanej doby zopnutia a odporu R_b . Pre uvedený kľupný obvod platí vzťah:

$$C = \frac{\frac{I_{k1} \max}{R_b \ln \left[\frac{R_{k2} (R_c + R_{k1})}{R_{k1} (R_c + R_{k2})} + 1 \right]}}{[F, s; \Omega]}$$

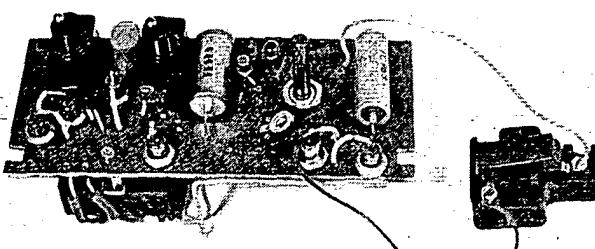
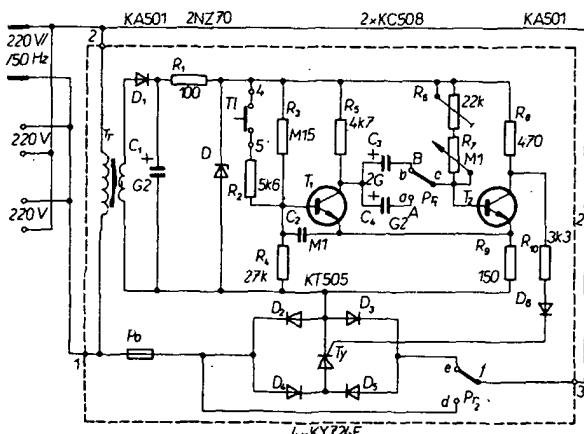
Doba obnovenia kľudového stavu je daná nabíjacou konštantou kondenzátora C .

$$t_{obn} = 3 \tau_{nab} = 3 C (R_{k1} + R_c) \quad [s; F, \Omega]$$

Tranzistor T_2 musí mať malý zvyškový prúd I_{CBO} , pretože by sa tento prúd podieľal na vybíjanie kondenzátora C pri zatvorenom tranzistore T_2 a obmedzila by sa tým maximálna doba zopnutia. Na obr. 4 je celkové zapojenie spínača. Na napájenie kľupného



Obr. 3. Priebehy napäti na kľupnom obvode



Obr. 6. Pohľad na dosku so súčiastkami

Obr. 4. Zapojenie časového spínača (v realizovaném spínači je $D_1 = KY724$ a nie $KA501$)

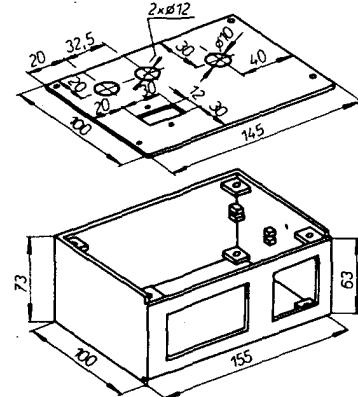
obvodu je použitý sieťový transformátor Tr . Transformované napätie sa usmerňuje diódu D_1 , kondenzátor C_1 je vyhľadzovací. Na stabilizáciu napájacieho napätiá pre klopňový obvod je použitý stabilizátor so Zenerovou diódou. Záporný pól usmerňeneho napätiá je pripojený na katódu tyristora. Minimálna doba zopnutia v každom rozsahu sa nastavuje trimrom R_6 , maximálna doba zopnutia je daná odporom $R_6 + R_7$. Odpor R_6 musí byť dostatočne veľký, aby nedošlo k prekročeniu maximálneho prúdu báze pri vyradenom odpore R_7 . Kondenzátor C_2 zabráňuje samovolnému náhodnému preklopeniu klopného obvodu pri poruchách v sieti (ako napr. pri zapínaní elektrických spôtrebičov). Na kolektore tranzistora T_2 je česky odpor R_{10} a dióda D_6 pripojená riadiaca elektróda tyristora. Odporom R_{10} sa nastavuje prúd riadiacej elektródy tyristora. V kludovom stave je na kolektore T_2 malé napätie, dióda D_6 je zatvorená. Vstupný prúd riadiacej elektródy tyristora je malý. Po preklopení klopného obvodu do pracovného stavu sa zváčší napätie na kolektore T_2 , dióda D_6 sa otvorí a prúd riadiacej elektródy tyristora je určený odporom R_{10} .

Prepínačom Pr_2 vyráďujeme spínací obvod a zátaž je trvale pripojená na sieť.

Pri používaní spínača môžeme v lubovoľnom čase prerušiť dobu zopnutia. Urobíme to tak, že prepneme prepínač rozsahov *Pr1*. Dôjde tým k rozpojeniu obvodu spätnej väzby v klopnom obvode. Po opäťovnom spojení obvodu spätnej väzby sa obvod ustáli v kľudovom stave.

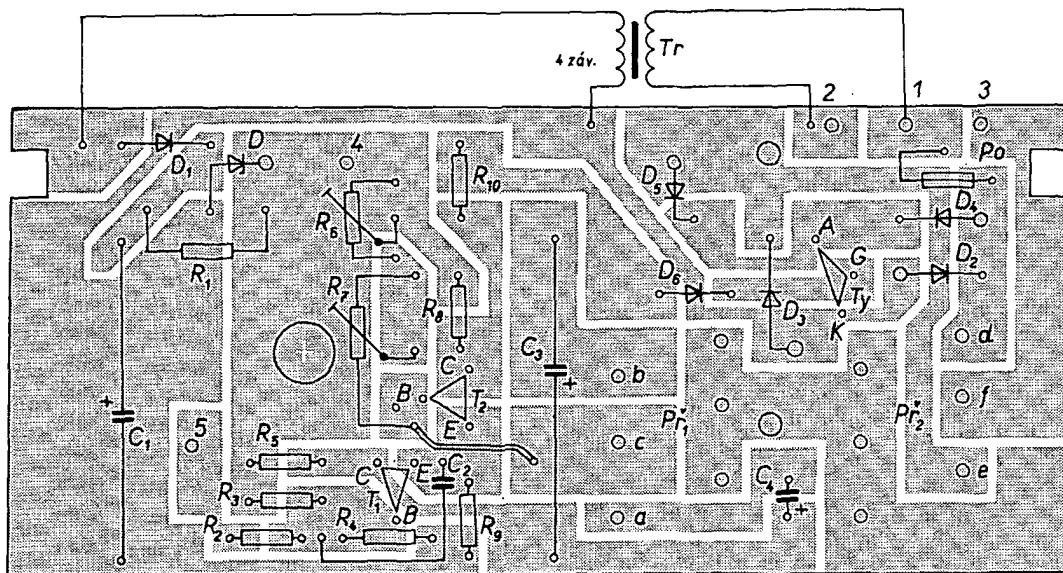
Mechanická konštrukcia

Všetky použité súčiastky, vrátane transformátora, sú umiestnené na doske s plošnými spojmi (obr. 5 a 6). Poistka Po je umiestnená na doske s plošnými spojmi pomocou držiaka z medeného drôtu. Umiestnenie súčiastok na doske je vidieť z obrázkov. Použité tlačítko je tlačítko na schodišťové osvetlenie. Krabička je zlepenná epoxidom z preglejky hrubej 5 mm. Celkový pohľad na krabičku je na obr. 7. V rohoch krabičky sú vlepenné hranolky $10 \times 10 \times 5$ mm z preglejky. Do hranolkov sú zlepenné matky M3 pomocou epoxidu zmiešaného s drevenými pilinami. Hranolky slúžia na pripievanie horného a dolného víka. Doska s plošnými spojmi nie je spojána na pevno s krabičkou. Je zasunutá do sprážok vytvorených z hranolkov $5 \times 5 \times 5$ mm

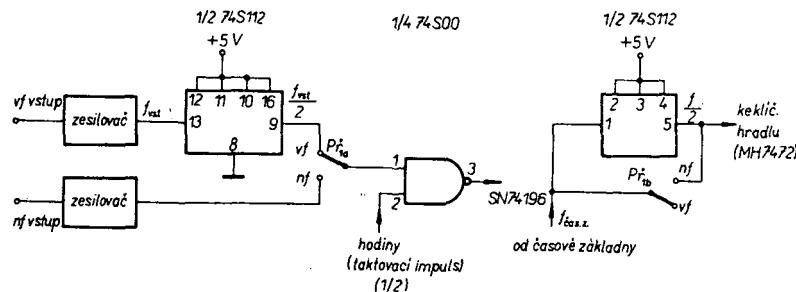


Obr. 7. Zostava krabičky

z preglejky a zlepenej do krabičky. Na doske s plošnými spojmi sú vytvorené zárezy pre zasunutie dosky do týchto drážok. Tlačítko T_1 je pripojené na hornom víku. Po priskrutkovaní horného víka sa zaskrutkujú upevňovacie matky na prepínače P_1 a P_2 . Tým sa súčasne upevňajú aj doska s plošnými spojmi ku krabičke. Na zadnej strane krabičky sú umiestnené zásuvky, jedna na spínaný výstup a dve zásuvky nespinané na pripojenie dvoch žiaroviek. Toto riešenie nám veľmi zjednoduší elektrický rozvod vo fotokomore najmä v tom prípade, že ako fotokomoru používame miestnosť len provizorne.



Obr. 5. Doska s plošnými spojmi J 526



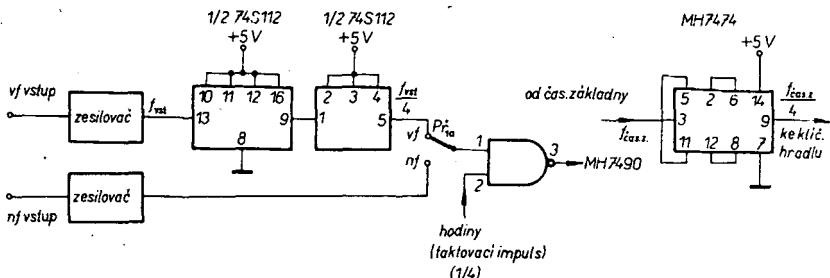
Obr. 3. Celkové zapojení pro zvětšení kmitočtového rozsahu

vat kmitočet až do 100 MHz. Pro toto využití musíme výstup časové základny za pomoci IO MH7474, zapojeného jako dělič 4:1, dělit na čtvrtinu; v tom případě je na displeji čítače skutečný kmitočet (viz též obr. 4), ovšem za cenu čtyřnásobného prodloužení čítací doby.

Závěrem je nutno si pouze přát, aby rychlé děličky 74S112 byly ve výrobě n. p. TESLA Rožnov co nejdříve a bylo možno rozšířit kmitočtové rozsahy čítačů jak amatérských, tak továrních.

Literatura

- [1] Jireš, J.: Čtyřmístný měřicí kmitočtu do 25 MHz. AR č. 2/73.
- [2] Bauer, H.: 50-MHz Universalzähler. Funktechnik č. 7/1972.
- [3] 50-MHz Zähler DL8TM. UKW-Berichte.



Obr. 4. Zapojení pro zvětšení rozsahu čítače do 100 MHz

Různé aplikovaná elektronika

Palubní telefon

Silvín Frýbert

Protože nejsou všechna svazarmovská cvičná letadla vybavena palubním telefonem, zhotovil jsem (pro místní Aeroklub Svazarmu) dorozumívací zařízení pro spojení mezi žákem a učitelem při zkušebních letech. Bez tohoto palubního telefonu není možno se v letadle dorozumět pro hluk motoru.

Technické údaje

Rozměry: 55 × 110 × 170 mm.
Hmotnost: 0,9 kg včetně baterií.
Napájecí napětí: 9 V (14 až 200 mA), dvě ploché baterie.
Výstupní výkon: 0,5 W.
Osazení: 1 × MAA245,
1 × GC521,
1 × GC511.

Popis zařízení

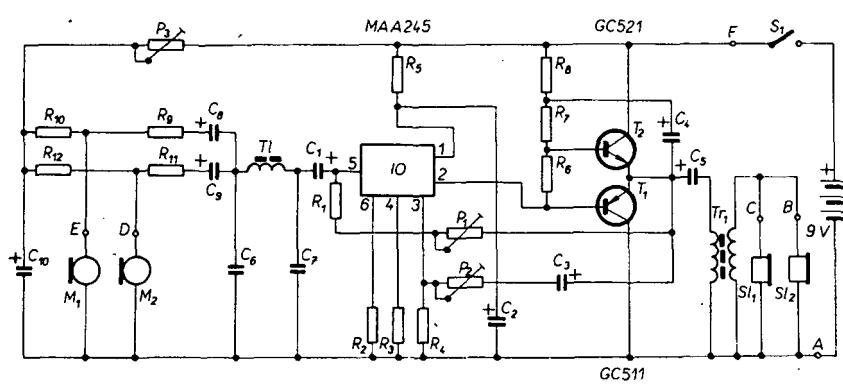
Palubní telefon je zesilovač, jehož vstup a výstup je přizpůsoben pro připojení uhlíkových (hrdelních) mikrofonů a pro připojení sluchátek, vestavěných v ochranných kulkách (obr. 1). Signál z mikrofonu se vede přes dolní propust, která zadržuje kmitočty výšší než 3 kHz, a dále přes kondenzátor C_1 o kapacitě 2 μ F, který omezuje přenos kmitočtů nižších než 350 Hz, do předzesilovače a budičce osazeného integrovaným obvodem

TESLA MAA245. Koncový stupeň je tvořen dvojicí komplementárních tranzistorů GC511 a GC521. Zesilovač je stejnosměrně vázán. Pracovní bod je nastaven pomocí stejnosměrné záporné zpětné vazby z výstupu zesilovače do báze prvního systému integrovaného obvodu.

Na výstupu zesilovače je transformátor pro impedanční přizpůsobení sluchátek. Obě kulkly jsou propojeny paralelně.

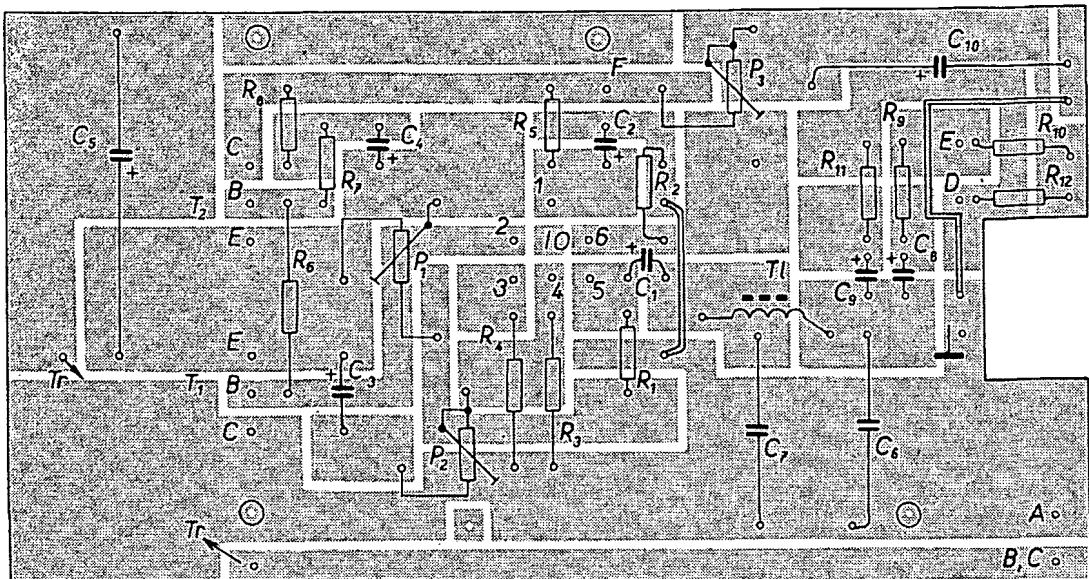
Zařízení je napájeno napětím 9 V, a to ze dvou plochých baterií. Je možno samozřejmě použít zdroj napětí, který je v letadle. Samostatný zdroj je použit proto, aby zařízení bylo lehce přenosné a dalo se použít i pro jiné účely (např. motocykl, automobil apod.).

Zesilovač s bateriemi je vestavěn do plechové skřínky, kterou je možno otevřít z obou stran (jak ze strany součástek, tak ze strany zdroje). Pro jednoduché upevnění je skřínka opatřena dvěma otvory a drážkou. Je-li třeba telefon vynést z letadla, stačí povolit dva šrouby a posunutím je možno celé zařízení vyjmout. Kulkly včetně mikrofona

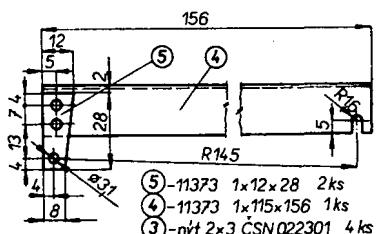


Obr. 1. Zapojení palubního telefonu

Obr. 2. Deska s plošnými spoji
J527



Obr. 3. Dolní víko skřínky



Kondenzátory

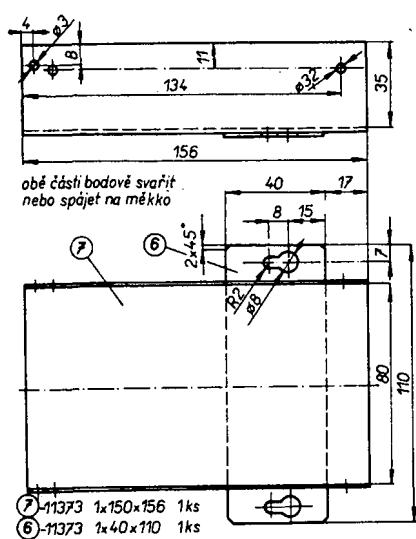
2 μ F/35 V, TE 005
200 μ F/6 V, TE 005
50 μ F/6 V, TE 005
100 μ F/10 V, TE 005
500 μ F/15 V, TE 005
68 nF/150 V, TE 005
20 μ F/15 V, TE 005
1 000 μ F/15 V, TE 005

nů se připojují pomocí starých mikrofonních konektorů, připájených zevnitř ke střednímu dílu skřínky. Tyto konektory jsou použity zámerně, protože se dají zajistit proti vypadnutí přesuvnými maticemi.

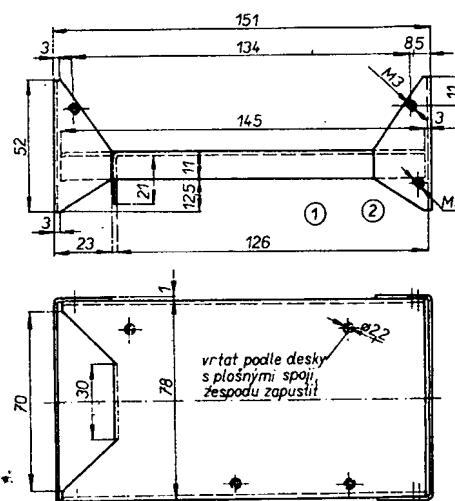
Palubní telefon se uvádí do chodu páčkovým spínačem, který je umístěn mezi konektorovými zásuvkami. Součástky zesilovače jsou rozmištěny na desce s plošnými spoji podle obr. 2; deska je upevněna ve skřínce čtyřmi šrouby.

Zesilovač nemá regulátor hlasitosti, potřebné zesílení se nastaví trvale odporovým trimrem P_1 . Trimrem P_2 nastavujeme největší srozumitelnost, potenciometrem P_3 napětí pro mikrofony.

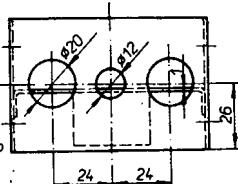
Výkresy mechanických dílů jsou na obr. 3 až 6, umístění lišty s kontakty, do nichž se



Obr. 4. Horní víko skřínky



Obr. 5. Střední díl skřínky



díly sbodovat nebo pájet!

(1) 11373 1x96x145 1ks
(2) 11373 1x52x122 2 ks

zasunou vývody plochých baterií, je patrné z obr. 7.

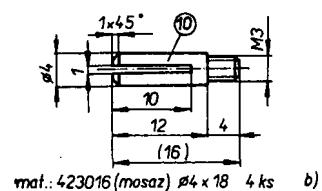
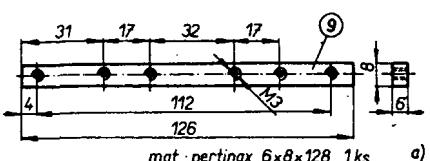
Použité součástky

Odporu (TR 112 A)

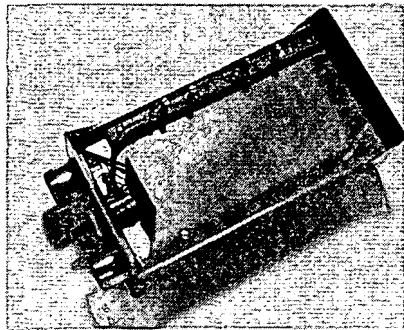
R_1	33 k Ω
R_2	470 Ω
R_3	180 Ω
R_4	22 Ω
R_5	4,7 k Ω
R_6	10 Ω
R_7	470 Ω
R_8	180 Ω
R_9	2,7 k Ω
R_{10}	300 Ω
R_{11}	2,7 k Ω
R_{12}	300 Ω

Trimry

P_1 TP 041	1 M Ω /0,2 W
P_2 TP 041	6,8 k Ω /0,2 W
P_3 TP 041	33 k Ω /0,2 W



Obr. 6. Lišta (a) a kontakt (b)



Obr. 7. Montáž a umiestnenie lišty s kontakty

Ostatné současťky

<i>Tl</i>	670 z drátu CuL o $\varnothing 0,19$ na feritu E 4,5 x 4,5 (100 mH)
<i>Tr</i>	130 z drátu CuL o $\varnothing 0,4$ na feritu E 5,5 x 5,5
	1 500 z drátu CuL o $\varnothing 0,1$ na feritu E 5,5 x 5,5
<i>IO</i>	MAA245
<i>T₁</i>	GC511
<i>T₂</i>	GC521

Mikrofónny konektor staršieho typu s priesuvnou maticou (2 kusy)
Páčkový spínač jednopólový

Použité mechanické díly

Označení	Materiál	Rozměry	Počet kusů
1	plech 11 373	1x96x145	1
2		1x52x122	2
3	Nýt	2x3 ČSN 02 2301	4
4		1x115x156	1
5		1x12x28	2
6		1x40x110	1
7		1x150x156	1
8	Deska s plošnými spoji J527		1
9	Pertinax	6x8x128	1
10.	42 3016 (mosaz)	$\varnothing 4 \times 18$	4
11.	Novodur	$\varnothing 5/\varnothing 2,5 \times 3$	4
12.	Letovaci očko	$\varnothing 3$	4
13.	Šroub	M3x6 ČSN 02 1133	2
14.	Šroub	M3x4 ČSN 02 1133	6
15.	Šroub	M2x10 ČSN 02 1151	4
16.	Podložka	3,2 ČSN 02 1701	6
17.	Matice	M2 ČSN 02 1401	4
18.	Podložka	2,2 ČSN 02 1701	4

Literatura

- [1] Syrovátko, M.: Nízkofrekvenční tranzistorová zapojení. SNTL: Praha 1972.
- [2] Svoboda, J.: Stavebnice tranzistorových zesilovačů a přijímačů. SNTL: Praha 1973.

znamená, že spoj od tlačidla *Tl₁* vedie k svorke 1, spoj od tlačidla *Tl₂* k svorke 2 a spoj od *Tl₃* k svorke 3 (obr. 1). Pri stláčaní tlačidla *Tl₁* nabudí sa relé *A*. Tým sa zopne kontakt *a₁* a kontakt *a₂* pripraví stav pre zopnutie relé *B*. Stláčaním tlačidla *Tl₂* pritiahne relé *B*, ktoré cez svoj pridržiavací kontakt *b₁* zostane nabudé. Súčasne zopnutej kontaktu *b₂* pripraví stav pre relé *C*, kontakt *b₃* rozpojí obvod relé *D*. Pri stláčaní tlačidla ďalšieho nastaveného čísla, t.j. *Tl₃*, sa nabudí cez zopnutej kontakt *b₂* relé *C*, ktoré zopne svoj pridržiavací kontakt *c₁*. Kontakt *c₂* zapojí obvod elektromagnetu, ktorý uvolní západku dverí. Súčasne sa rozsvieti kontrolná žiarovka, ktorá signalizuje otvorenie dverí. Stláčaním vybavovacieho tlačidla *Tl₁₁* pritiahne relé *E*, ktoré svojím kontaktom *e₁* rozpojí obvod napájania relé *A*, *B*, *C*, *D*, čím sa tieto vrátia do pôvodnej polohy. Paralelne s kontaktom *c₂* je zapojený kontakt tlačidla *Tl₁₂*, ktorý umožňuje otvorenie dverí z vnútornej časti bytu. Pri stláčaní iného čísla, ako je nastavený kód, činnosť zariadenia je následovná:

predpokladajme stláčanie čísel 3, 4, 5 až 9. Stláčaním tlačidla *Tl₃* nemôže dôjsť k nabudenej relé *C*, nakoľko nie je zopnutej kontakt *b₁*. Tlačidlom *Tl₄* nabudíme blokovanie relé *D*, ktoré zopne pridržiavací kontakt *d₂* a kontaktom *d₁* rozpojí obvod napájania relé *A*, *B* až do zrušenia stavu stláčaním vybavovacieho tlačidla *Tl₁₁*. Stláčaním tlačidiel s číslami 5 až 9 je obvod blokovaný tak, ako v predchádzajúcom prípade.

Z výšie uvedených dôvodov je preto nutné, aby sa stláčali čísla kódu v poradí tak, ako sú napojené na svorky 1, 2, 3. V opačnom pripade nemôže dôjsť k otvoreniu dverí.

Množstvo kombinácií, ktoré možno v tomto zariadení nastaviť je dané vzťahom:

$$A^3_{10} = \frac{10!}{(10-3)!} = 10 \cdot 9 \cdot 8 = 720,$$

z čoho vyplýva, že pravdepodobnosť náhodného uhadnutia je iba 1 : 720. Pridaním ďalšieho relé za relé *C* (verzia II v obr. 2) bude sa nastavovať kód štvormiestnym číslom, čím sa zmenší pravdepodobnosť otvorenia podľa známeho vzťahu na

$$A^4_{10} = \frac{10!}{(10-4)!} = 10 \cdot 9 \cdot 8 \cdot 7 = 5040,$$

to znamená, že pravdepodobnosť sa zmenší na 1 : 5 040.

Kybernetický zámok

Cyril Klein

Mnohokrát sa stáva, že vchodové dvere, ktoré sú opatrené z vonkajšej strany jednoduchou gúľou, sa nám z rozličných príčin zatvoria bez toho, aby sme mali pri sebe kľúč, prípadne kľúč si pri odchode nezoberieme a dvere zatvoríme. Potom nám zostávajú len dve možnosti, čakať na člena rodiny, ktorý vlastní druhý kľúč, alebo vylomiť (vypáliť) zámok.

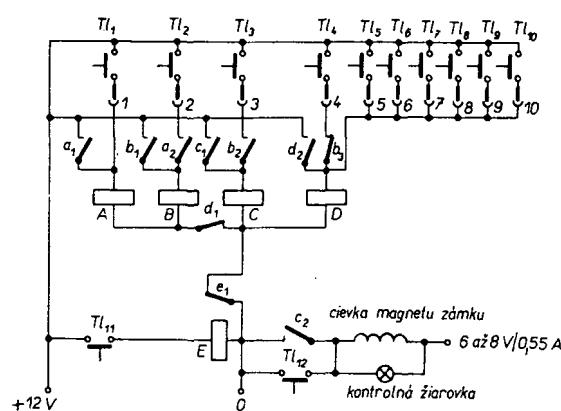
Všetky tieto nevýhody odstraňuje elektrický, kybernetický a automatický zámok na kód, ktorého návod na zhotovenie popisujem. Po namontovaní zámku odpadá nosenie kľúča, takže máme len jeden „problém“ – zapamätať si číslo nastaveného kódu.

Popis zapojenia

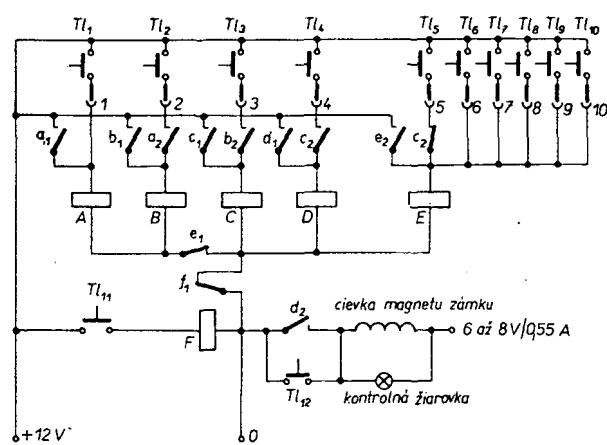
Pri konečnom rozhodnutí o druhu použitých súčasťok a zapojenia dali som prednosť reléovým obvodom pred polovodičovými ob-

vodmi pre jednoduchú konštrukciu, možnosť opakovateľnosti i menej skúseným amatérom a finančne výhodnejšiu stavbu.

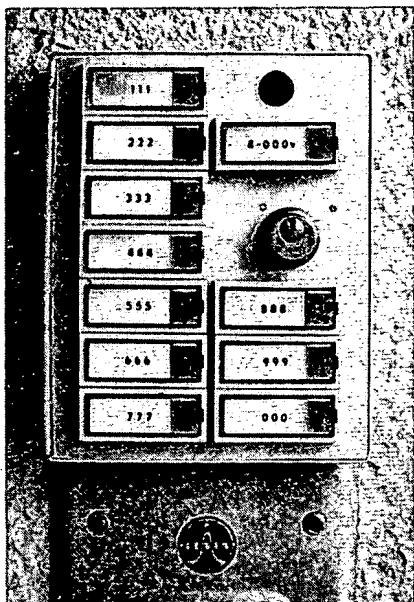
Schéma zapojenia je na obr. 1. Predpokladajme, že máme nastavený kód 1, 2, 3. To



Obr. 1. Schéma zapojenia zámku, verzia I



Obr. 2. Schéma zapojenia zámku, verzia II



Obr. 3. Čelná doska skrinky

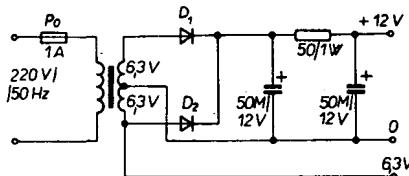
Mechanická konštrukcia

Popisované zariadenie je vstavané do oceľovej skrinky o rozmeroch 160×200 mm, z plechu hrúbky 1,5 mm (obr. 3).

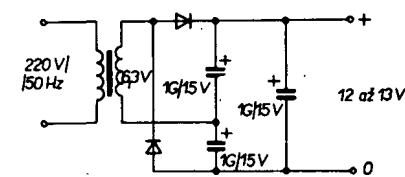
Čelná doska (panel) je pomocou pribodeného klavírneho závesu napojená k rámu skrinky tak, aby bolo možné jej otváranie pri zmene kódu, servise pod. Na uzamknutie skrinky je použitý nábytkový zámok zn. FÁB (na zásuvky). Zámok je upevnený zo vnútornej strany štyrmi samoreznými skrútkami 4×10 mm. Na prednej strane je jedenáct tlačidiel (obr. 3) opatrených číslami 1 až 10 a vybavovacím tlačidlom, ktoré označíme číslom 11, alebo iným spôsobom, aby len zainteresovaní vedeli, že slúži na vybavenie.

Z vnútornej strany dvierok sú na úhoňkoch 20×20 mm upevnené relé A, B, C, D. K upevneniu využijeme skrutiek, ktorými sú prichytené tlačidlá. Je možné použiť akýchkoľvek telefónnych relé, ktoré spoľahlivo zopnú pri napäti 6 až 12 V (podľa napäťia zdroja), a ktoré majú následovné zloženie kontaktov:

relé A: 2 zväzky spinacích kontaktov,
relé B: 2 zväzky spinacích kontaktov,
1 zväzok rozpínacích kontaktov,
relé C: 2 zväzky spinacích kontaktov,



Obr. 5. Zapojenie zdroja



Obr. 6. Zapojenie zdroja pri použití transformátora s jedným vinutím 6 V

relé D: 1 zväzok rozpínacích kontaktov,
1 zväzok spinacích kontaktov,
relé E: 1 zväzok rozpínacích kontaktov.

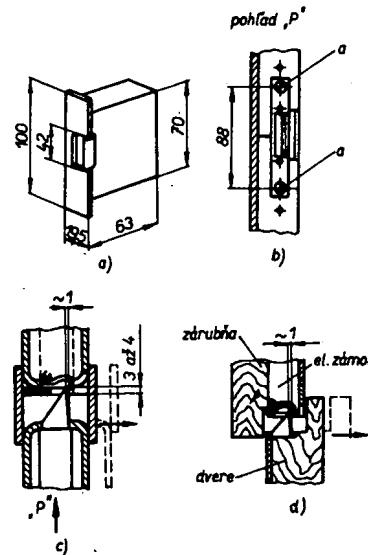
V prototype boli použité dve reléové dvojčiatá s tromi párami prepínacích kontaktov a miniatúrne relé s dvomi prepínacími kontaktmi (relé E). Vodiče od cievok relé sú propojené na desaťpolovú svorkovnicu, na ktorej prepajaním sa prevádzka náštavenie kódu. Svorky 1, 2 a 3 sú označené. Taktiež vodiče k napájaniu elektromagnetu zámku a k bytovému tlačidlu sú vyvedené ke svorkovnici (obr. 4). Na napájanie použijeme samostatný zdroj podľa obr. 5, ktorý umiestníme na vhodnom mieste vo vnútri bytu.

Pri použíti sieťového transformátora s jedným vinutím 6 V použijeme zdvojovača napäťia podľa obr. 6.

Montáž elektromagnetického zámku

Ak máme kovové zárubne u vstupných dverí, vložíme zámok (obr. 7a) do pripraveného otvoru zárubne a pripojíme dvomi skrútkami označenými „a“ (obr. 7b). Pri montáži treba dbať, aby boli dodržiavané medzery medzi západkou elektromagnetického zámku ako je uvedené na obr. 7c a 7d.

Zámok je možné montovať aj do drevenej zárubne, pravda táto musí byť prispôsobená vysekánym otvorom tak, aby bolo možné namontovať elektrický zámok s prihladnutím na rozmerky podľa obr. 7a a 7d.



Obr. 7. Rozmery a montáž zámku

Nastavenie a obsluha

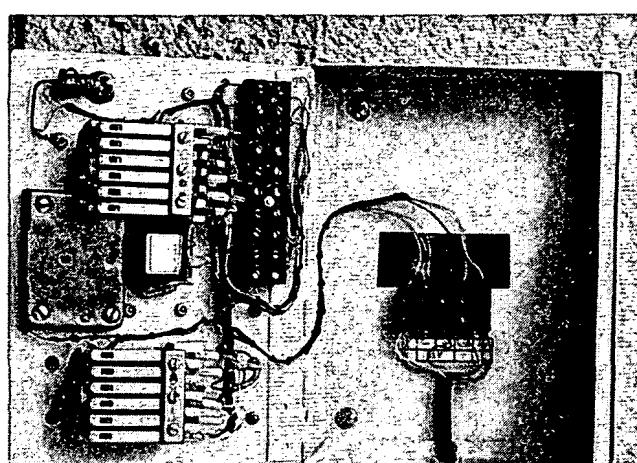
Vodiče od tlačidiel zvoleného čísla zapojíme na svorky 1, 2, 3, zbývajúce vodiče zapojíme na svorky 4 až 10.

Pri správnom zapojení všetkých vodičov podľa obr. 1 zariadenie bude na prvýkrát správne fungovať.

Stláčaním tlačidla zvoleného čísla rozsvietí sa kontrolka, ktorá signalizuje uvoľnenie elektromagnetickej závory dverí. Počas bzučania zámku návštěvník odtlačí dvere. Pri použíti jednosmerného prúdu počut iba klapnutie kotvy elektromagnetu. Po otvorení dverí uvedieme zariadenie do pôvodného stavu stláčaním vybavovacieho tlačidla. Pri stláčaní nesprávneho čísla je potrebné zariadenie vynulovať stláčaním vybavovacieho tlačidla. Tlačidlo T_{12} umožňuje ovládať dvere z vnútra bytu.

Použité súčiastky

Telefónné relé gufaté, 12 V (5 ks),
zvonkové tlačidlo (11 ks),
elektromagnetický zámok, 4 FN 877 00,
nábytkový zámok zn. FÁB (na zásuvky),
žiarovka 6,3 V,
objímka na žiarovku,
sieťový transformátor 220 V, $2 \times 6,3$ V/0,5 A,
lamacia svorkovnica,
signálna čočka,
dioda KY721 (2 ks),
nábytkový klavírny záves (20 cm).



Obr. 4. Umiestnenie súčiastok v skrinke

Bezšnúrová elektrická páječka

Pájení chloulostivých součastek, ako tranzistorov MOSFET a integrovaných obvodov sifovou páječkou může vést k jejich poškození nebo i zničení průrazem elektrického náboje ze sítě. Firma Inter Eletronic KG vyrobila miniaturní páječku, napájenou vestavěným NiCd akumulátorem. Po stisknutí tlačítka se za 5 s vyhřeje její pájecí hrot na 350 °C. Současně se rozsvítí žárovka, která osvětlí spájené místo. S jedním nábojem akumulátoru lze provést až 170 pájených spojů.

—sn

Radio, Fernsehen, Elektronik č. 12/74

Osvedčená zapojení

Stereofonní Hi-Fi zesilovač jednoduché konstrukce

Inf. Josef Zigmund

Technické údaje

Maximální výstupní výkon:

$2 \times 6 \text{ W}$ sinus/4 Ω .

Činitel harmonického zkreslení

při výkonu 6 W:

0,35 % (0,8 kHz) až 0,7 % (12 kHz).

Vstupy:

krystalová přenoska 100 mV/1 $\text{M}\Omega$, tuner, magnetofon, rozhlas. přijímač 100 mV/20 k Ω .

Útlumové zkreslení v pásmu 20 Hz až 20 kHz:

<0,5 dB.

Korekce:

hloubky $\pm 15 \text{ dB}$ /20 Hz, výšky $\pm 15 \text{ dB}$ /20 kHz.

Vyvážení kanálů:

+6 dB, -6 dB.

Maximální spotřeba:

1,2 A/20 V.

Popis zapojení

Schéma jednoho kanálu stereofonního zesilovače Z6W-S je na obr. 1. Druhý kanál je zapojen shodně, odpovídající součástky mají indexy vyšší o 100.

Signál z krystalové přenosky se přivádí na vstup oddělovacího stupně, který je tvořen emitorovým sledovačem s tranzistorem T_1 . Vstupní impedance tohoto stupně je asi 1 $\text{M}\Omega$ a jeho napěťové zesílení je přibližně jedna. Výstupní signál z oddělovacího stupně se přivádí společně se signálem ze vstupu „tuner“, „magnetofon“, „rozhlasový přijímač“ (pro jednoduchost zakreslen jen jeden) na přepínač vstupu P_1 . Další část popisovaného zesilovače je prakticky shodná s Z6W. Koncepce zesilovače Z6W byla podrobně vysvětlena v [1], kde jsou uvedeny i grafické výsledky měření jeho parametrů (rozsah korekce kmitočtové charakteristiky a činitel harmonického zkreslení).

Za regulátorem hlasitosti (potenciometr P_1) následuje ovládací zesilovač s tranzistory T_2 a T_3 , který je zapojen jako tzv. Williamsův korektor. Předností tohoto zapojení korektoru je, že kromě regulace hloubek (potenciometr P_2) a výšek (potenciometr P_3) též zesiluje. Napěťové zasílení ovládacího zesilovače je při rovném kmitočtovém průběhu určeno přibližně poměrem odporů R_{10} a R_8 a polohou regulátoru vyvážení P_4 (ve střední poloze P_4 je zasílení asi 2,5). Regulátorem vyvážení P_4 se mění zasílení obou kanálů zesilovače ve vzájemně opačném smyslu od nuly do maxima.

Výkonový zesilovač, který je osazen čtyřmi tranzistory, je klasického zapojení s kon-

covým stupněm s doplňkovými tranzistory T_6 a T_7 . Použité typy koncových tranzistorů jsou sice germaniové, ale jejich poměrně vysoký mezní kmitočet f_t (1 MHz) umožňuje dosáhnout plného výstupního výkonu zesilovače v celém akustickém kmitočtovém pásmu. Budí s tranzistorem T_5 pracuje ve třídě A, což přispívá k ochraně koncových tranzistorů při jejich případném přetížení. Předzesilovační stupně je od budiče stejněsměrně oddělen a je osazen tranzistorem T_4 téhož typu jako budič. Napěťové zesílení výkonového zesilovače je určeno přibližně poměrem odporů R_{27} a R_{19} (je asi 20). Obvod R_{26} , C_{18} zajišťuje stabilitu zesilovače (odolnost proti rušivému kmitání) a současně přispívá k požadovanému zmenšování zasílení v oblasti nadakustických kmitočtů.

Jediný rozdíl mezi zesilovačem Z6W a popisovanou částí Z6W-S je v kapacitě kondenzátoru C_{17} , která byla z konstrukčních důvodů zmenšena na polovinu. Protože je však tento kondenzátor zapojen ve zpětnovazební smyčce, změna jeho kapacity se na parametry zesilovače prakticky neukázala.

V monofonní variantě zesilovače Z6W-M je potenciometr P_4 vypuštěn a nahrazen odporem 10 k Ω , špička „h“ je připojena do bodu mezi R_{15} a C_{12} . Touto úpravou se změní

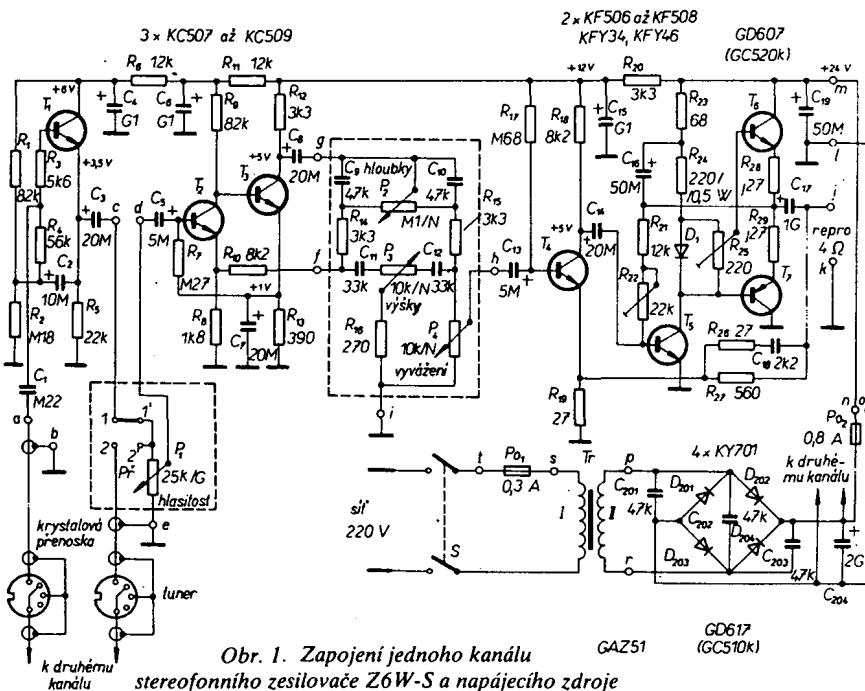
jmenovité vstupní napětí zesilovače Z6W-M na 50 mV.

K napájení zesilovačů Z6W-S a Z6W-M byl použit z ekonomických důvodů nestabilovaný zdroj, jehož schéma je na obr. 1. Údaje sekundárního vinutí síťového transformátoru Tr se liší podle typů tranzistorů, použitých v koncovém stupni. Pro zesilovač s tranzistory GC510K/GC520K, které dovolují získat maximální výstupní výkon asi 3 W, je totiž nutno (vzhledem k jejich kolektorové ztrátě) použít menší napájecí napětí, než pro zesilovač s tranzistory GD607/GD617. Napájecí napětí zesilovače Z6W-S s tranzistory GD607/GD617 je bez signálu na vstupu asi 25 V, při plném vybuzení se zmenší na 20 V. U zesilovače s GC510K/GC520K je napájecí napětí bez signálu asi 18 V, při plném vybuzení 15 V podle použitých tranzistorů a s dovoleným odběrem proudu asi 1,2 A.

Konstrukce

Stereofonní zesilovač Z6W-S (i zesilovač Z6W-M) je konstrukčně rozdělen na dvě části: vlastní zesilovač a napájecí zdroj.

Součástky obou kanálů stereofonního zesilovače (včetně vládacích prvků) jsou umístěny na jedné desce (180 x 120 mm) s plošnými spoji (obr. 2). Rezistory R_{28} , R_{29} , R_{128} s odporem přibližně 0,27 Ω jsou navinuty drátem o \varnothing 0,2 mm CuL délky 50 cm na tělisku odporu TR 144. Protože se přepínače určené pro plošné spoje běžně nevyskytují, je přepínač vstupu P_1 upevněn k desce držáku úhelníkem (obr. 3). K uchycení držáku jsou v desce s plošnými spoji dvě díry. Ve stereofonním zesilovači byl použit miniaturní otočný přepínač typu WK 533 16, který je



dvoupólový a má čtyři polohy, tj. vhodný pro přepínání čtyř vstupů. Lze však použít i jiný přepínač z řady WK 533 s vyhovujícím počtem kontaktů, musí však v každé poloze spínat dva páry kontaktů. Protože přepínače řady WK 533 mají poměrně krátké hřídele, je třeba je nastavit prodlužovacím hřídelem (např. z hřídele starého potenciometru).

Přepínač vstupů P_1 je s konektory vstupů „tuner“, „magnetofon“, „přijímač“ propojen stíněnými kablky. Na straně přepínače se jejich střední vodiče připájají přímo na příslušné vývody přepínače a jejich stínění k vodiči, připojenému do bodu „e“. Stínění vodičů na straně vstupních konektorů se připájí pouze na jejich kolík „2“, kryty vstupních konektorů jsou vodivě spojeny s uzemněným vývodem napájecího zdroje kovovým šasi zesilovače. K propojení přepínače s body na desce s plošnými spoji „1“, „101“, „1“ a „101“ jsou použity obyčejné krátké vodiče. Je výhodné použít potenciometry s délkou hřídele 50 mm (označení 60A), aby hřídele přesahovaly desku s plošnými spoji a nebylo je třeba nastavovat. Kryty potenciometrů jsou navzájem spojeny vodičem, který je připájen do bodu „1“. Přepínač vstupů je uzemněn svým kovovým držákem.

Koncové tranzistory typu GD607/GD617 jsou upevněny na chladičích podle obr. 4 mimo desku s plošnými spoji. Pro každý koncový tranzistor jsou použity dva chladiče sestavené proti sobě, což zabezpečuje dostatečné chlazení tranzistorů i při maximálním výkonu zesilovače. Chladiče všech čtyř tranzistorů jsou upevněny vedle sebe distančními sloupky délky 13 mm na desce 60 × 150 mm

z nevodivého materiálu (např. pertinaxu). Tranzistory je možno umístit i na jeden větší společný chladič; protože je na jejich pouzdroch vyveden kolektro, je nutné je navzájem izolovat.

Pro chlazení koncových tranzistorů typu GC510K/GC520K slouží jedna deska z durálového plechu tloušťky 3 mm podle obr. 5. Deska má rozměry shodné s deskou s plošnými spoji a připevňuje se k ní čtyřmi distančními sloupky délky 32 mm nebo čtyřmi dlouhými šrouby M3 s navlečenou distanční trubíčkou délky 32 mm (nejvyššími součástmi na desce jsou potenciometry o výšce 31 mm). Při této délce sloupků není třeba nastavovat vývody použitých tranzistorů. Chladič je k desce s plošnými spoji otočen stranou, na níž jsou upevněny tranzistory. Protože žádný z vývodů těchto tranzistorů není vodivě spojen s pouzdrem, jsou k chladiči přišroubovány všechny čtyři tranzistory bez izolačních podložek (obr. 6). Konstrukce stereofonního zesilovače s tranzistory GC510K/GC520K je tedy jednodušší, ale jak již bylo uvedeno, má tato varianta zesilovače menší výstupní výkon.

Pro monofonní zesilovač Z6W-M je určena deska 120 × 90 mm s plošnými spoji podle obr. 7. Její konstrukční řešení je shodné se zesilovačem Z6W [1] a proto lze bez úprav použít chladiče tranzistorů k Z6W. Deska s plošnými spoji zesilovače Z6W-M se od předcházejícího Z6W liší přidáním oddělovacího stupně pro krystalovou přenosku a zámenou trimrů typu TP 011 za dostupnější a levnější TP 041. Kondenzátor C_{17} je možno složit ze dvou kondenzátorů 500 μF . Součástky oddělené ve schématu čárkováné

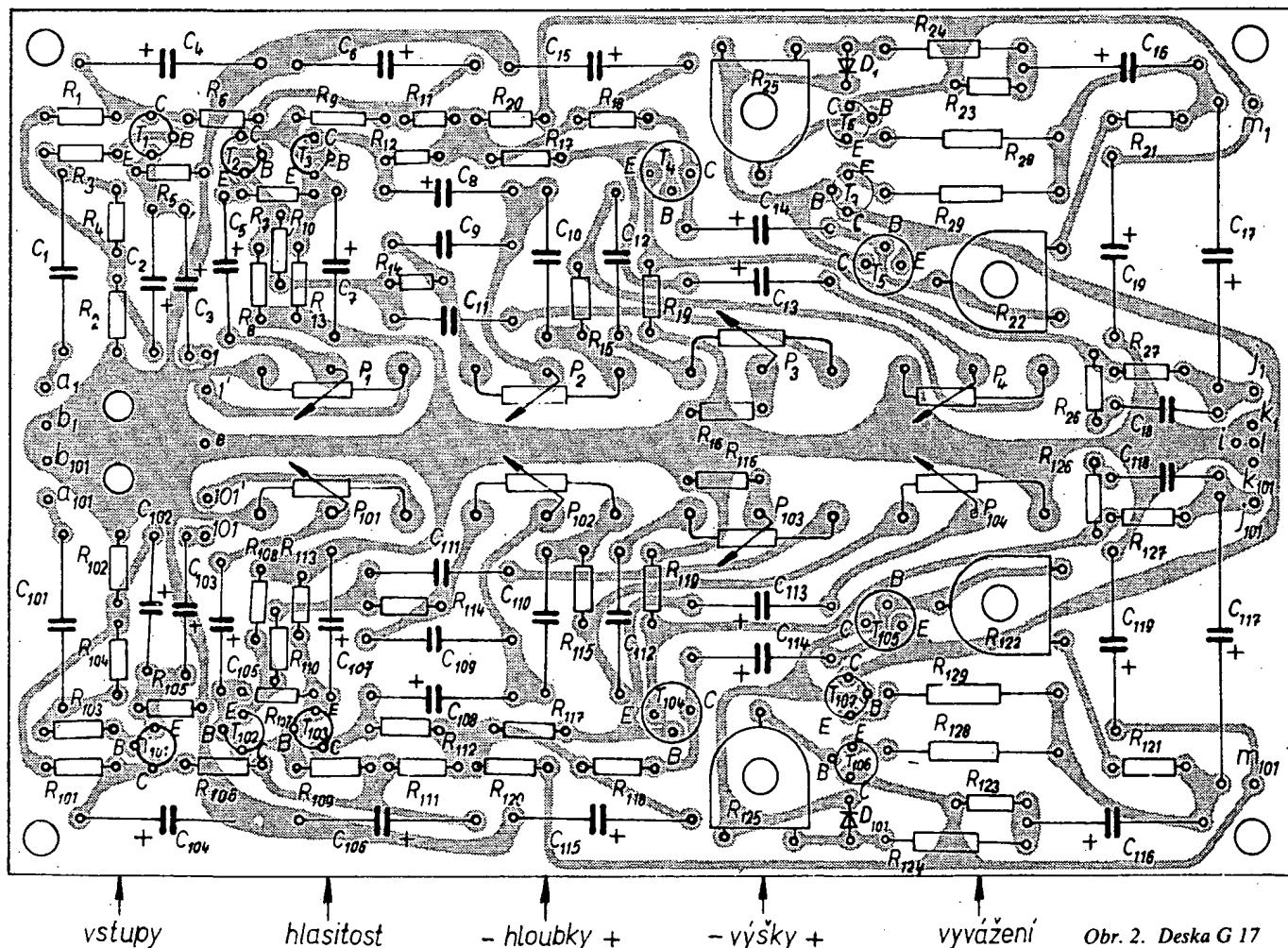
jsou umístěny mimo desku s plošnými spoji.

Zkušenější amatéři mohou použít dvě desky podle obr. 7 pro stavbu stereofonního zesilovače, u něhož lze pak rozmiřit ovládací prvky podle vlastního návrhu.

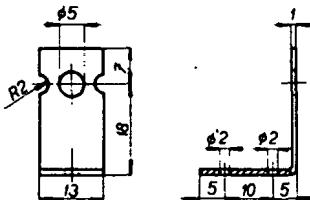
Napájecí zdroj je na desce 60 × 150 milimetrů s plošnými spoji. Kondenzátor C_{204} je připájen přímo za vývody, k přichycení trubíčkových pojistek jsou použity držáky. K desce je připevněn i síťový transformátor Tr .

Konstrukce stereofonního zesilovače Z6W-S byla zvolena co nejjednodušší. Přední a zadní panel mají rozměry 300 × 60 mm. Panely jsou spojeny deskou napájecího zdroje a deskou s chladiči tranzistorů GD607/GD617 několika uhlíčky. Na straně vstupu stereofonního zesilovače jsou panely ještě spojeny stínici deskou 60 × 150 mm, která je nutná k dosažení vyhovujícího odstupu signál/hluk vstupu pro krystalovou přenosku. Stínici deska je z cuprextitu, zakrývá plošné spoje stereofonního zesilovače v šířce 60 mm a je otočena k plošným spojům stranou laminátu. Deska se součástkami stereofonního zesilovače je přichycena na straně vstupu dvěma šrouby k stínici desce, na straně výstupu uhlíčky k přednímu panelu a k desce s chladiči koncových tranzistorů. Prostor mezi vstupními a výstupními konektory na zadním panelu lze případně využít k vestavění korekčního zesilovače pro magnetodynamickou přenosku (obr. 8).

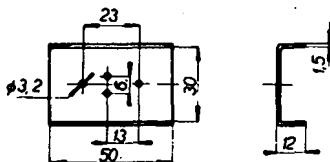
V předním panelu jsou díry pro zapuštěné šrouby. K jeho povrchové úpravě byla použita samolepicí tapeta, na níž jsou nápisy



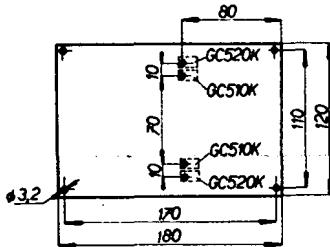
Obr. 2. Deska G 17



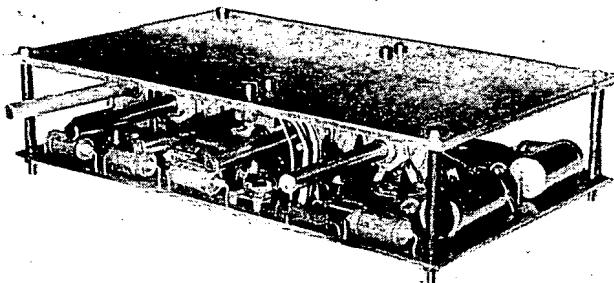
Obr. 3. Úhelník k připevnění
přepínače vstupů



Obr. 4. Chladiče koncových tranzistorů GD607/GD617



Obr. 5. Deska k upevnění tranzistorů
GC510K/GC520K

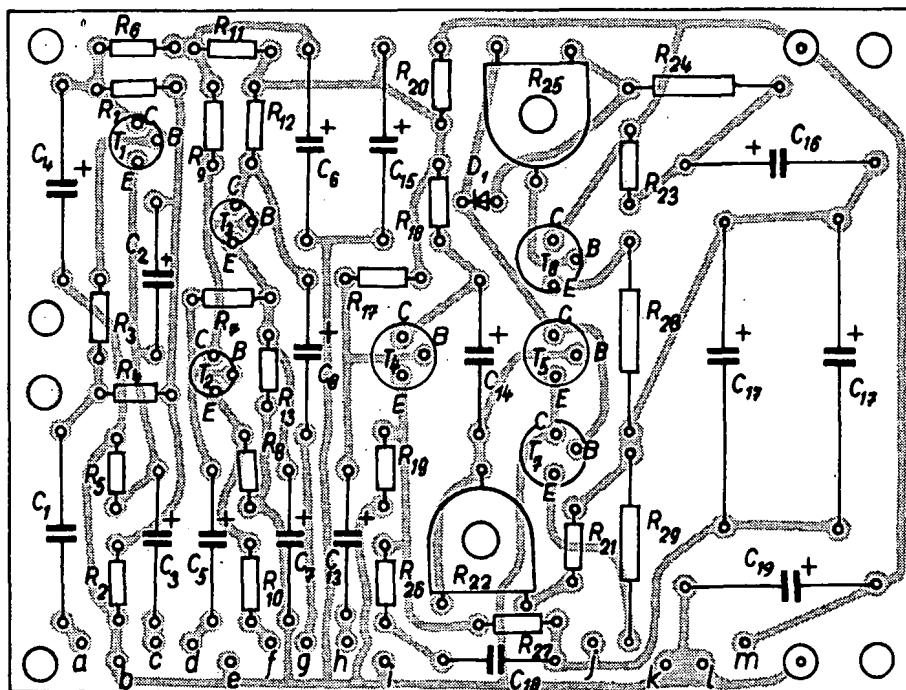


Propisotem (suché obtisky). Tímto způsobem lze obejít použití obvyklého vnitřního panelu. Celkové rozměry stereofonního zesilovače Z6W-S i s pouzdrem (z plechu potaženého tapetou) jsou přibližně 300 x 60 x 165 mm. Při použití koncových tranzistorů GC510K/GC520K lze rozměry zesilovače ještě zmenšit.

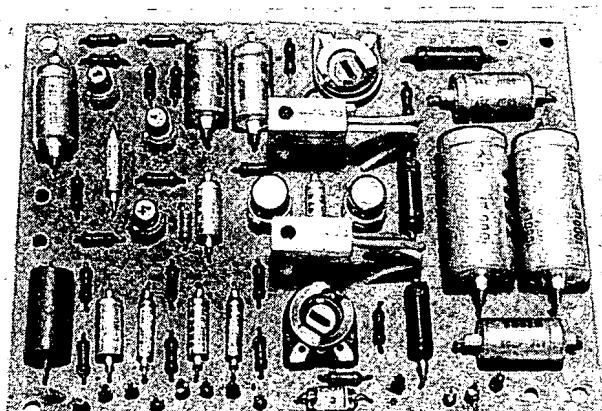
Oživeni

Stejnosměrná napětí v zesilovači bez signálu (osazeného tranzistory GD607/GD617) jsou na obr. 1. Byla měřena Avometrem II mezi vyznačenými body a uzemněním vývodem napájecího zdroje; stejně údaje platí i pro zesilovač Z6W [1]. V zesilovači s tranzistory GC510K/GC520K, který se napájí napětím asi 18 V, jsou napětí přiměřeně menší, např. napětí na kondenzátoru C_{15} je přibližně 10 V.

Při ožívování popisovaných zesilovačů i Z6W se mi osvědčil následující postup. Nejdříve nastavují pracovní body v zesilovači s nezapojenými koncovými tranzistory. Aby byl uzavřen napájecí obvod tranzistoru T_5 , je třeba dočasně spojit jeho kolektor s kladným



Obr. 7. Deska G 18 s plošnými spoji pro Z6W-M



Obr. 6. Deska s plošnými spoji a deska podle obr. 5 pro stereofonní zesilovač s výkonem 3 W

pólem kondenzátoru C_{17} . Tako upravený zesilovač odebírá ze zdroje 25 V přibližně 50 mA nebo 30 mA ze zdroje 18 V. Je-li odebírány proud podstatně větší, je třeba v zesilovači bledat chybu.

Trimrem R_{22} nastavíme napětí na kladném pólu C_{11} , na poloviční velikost napájecího napětí (při extrémně velkém zesilovacím činiteli T_3 je někdy třeba zvětšit odpor R_{21}). Trimrem R_{23} nastavíme do takové polohy, aby napětí mezi bázemi T_6 a T_7 bylo nulové. Poté zkontrolujeme pracovní body tranzistorů T_1 až T_4 . Nejdůležitějšími údaji jsou napětí na kolektorech T_4 a T_3 , která mají být přibližně poloviční, než na kondenzátoru C_{15} . Jsou-li tato napětí větší než požadovaná, je třeba zmenšit odpory R_{13} a R_{17} , jsou-li menší, naopak.

Je-li vše v pořádku, odpojím dočasně zapojený vodič a připojím koncové tranzistory. Trimrem R_{25} zvětším původní odebíraný proud o 15 až 20 mA. Přitom kontroluji též velikost napětí na kladném pólu C_{17} , kterou případně upravím trimrem R_{22} na polovinu napájecího napětí.

Po nastavení pracovních bodů tranzistorů kontrolují činnost zesilovače přirozeným signálem nebo soupravou měřicích přístrojů.

Mimo uvedené technické údaje byly u vzorku stereofonního zesilovače Z6W-S měřeny přeslechy mezi kanály. Pro nejnepříznivější případ, tj. pro vstup nebuzeného kanálu naprázdno (a samozřejmě oba výstupy zatížené $4\ \Omega$), byl odstup u vstupu „tuner“ 62 dB pro signál o kmitočtu 1 kHz a 55 dB pro signál 10 kHz, což jsou údaje velmi dobré. U vstupu „krystalová přenoska“ byly přeslechy 42 dB pro signál 1 kHz a 32 dB pro signál 10 kHz. Přeslechy u tohoto vstupu jsou způsobeny jeho větší vstupní impedance a kapacitami stíněných vodičů, i tyto přeslechy jsou však lepší než vyhovující.

Ze srovnání popisovaných zesilovačů vyplývá, že varianta stereofonního zesilovače Z6W-S s tranzistory GD607/GD617 má větší výstupní výkon, než varianta s GC510K/GC520K, z hlediska chlazení koncových tranzistorů je však její konstrukce složitější. Monofonní verze Z6W-M navazuje na zesilovač Z6W [1] a rozšiřuje možnosti jeho použití. Svými technickými parametry (při jednoduchém elektrickém i konstrukčním řešení) splňuje popisované zesilovače požadavky i náročnějších posluchačů, přičemž jejich stavba vyžaduje pouze minimální vybavení domácí dílny.

Seznam součástek

Tranzistory

T_1 až T_3 (T_{101} až T_{103})	KC507, KC508, KC509
T_4 , T_5 (T_{104} , T_{105})	KF506 až KF508, KFY34, KFY46
T_6 , T_{106}	GD607 nebo GC520K
T_7 , T_{107}	GD617 nebo GC510K

Diody

D_1 , D_{101}	GAZ51
D_{201} až D_{204}	KY702

Odpory a odporové trimry (TR-112a, TP 041)

(pro jeden kanál)	
R_1	82 k Ω
R_2	0,18 M Ω
R_3	5,6 k Ω
R_4	56 k Ω
R_5	22 k Ω
R_6	12 k Ω
R_7	0,27 M Ω
R_8	1,8 k Ω , 5 %
R_9	82 k Ω
R_{10}	8,2 k Ω , 5 %
R_{11}	12 k Ω
R_{12}	3,3 k Ω
R_{13}	390 Ω
R_{14} , R_{15}	3,3 k Ω , 5 %
R_{16}	270 Ω , 5 %
R_{17}	0,68 M Ω
R_{18}	8,2 k Ω
R_{19}	27 Ω , 5 %
R_{20}	3,3 k Ω
R_{21}	12 k Ω
R_{22}	22 k Ω
R_{23}	68 Ω
R_{24}	TR 144, 220 Ω
R_{25}	220 Ω
R_{26}	27 Ω
R_{27}	560 Ω , 5 %
R_{28} , R_{29}	0,27 Ω , viz text

Kondenzátory

(jen pro jeden kanál)

C_1	0,22 μ F, TC 180
C_2	10 μ F, TE 981
C_3	20 μ F, TE 981
C_4	100 μ F, TE 984
C_5	5 μ F, TE 984
C_6	100 μ F, TE 984
C_7	20 μ F, TE 981
C_8	20 μ F, TE 984
C_9 , C_{10}	47 nF, TC 180, 5 %
C_{11} , C_{12}	33 nF, TC 181, 5 %
C_{13}	5 μ F, TE 984
C_{14}	20 μ F, TE 984
C_{15}	100 μ F, TE 984
C_{16}	50 μ F, TE 986
C_{17}	1000 μ F, TE 984
C_{18}	2,2 μ F, TC 281
C_{19}	50 μ F, TE 986
C_{201} až C_{203}	47 nF, TC 180
C_{204}	2000 μ F, TC 936a

Potenciometry

P_1 , P_{101}	25 k Ω , logaritm., TP 283
P_2 , P_{102}	100 k Ω , lineární, TP 283
P_3 , P_{103} , P_4 , P_{104}	10 k Ω , lineární, TP 283

Transformátor

např. plechy M20, vinutí 1/1830 z drátu
o \varnothing 0,22 mm CuL, vinutí // pro GC520K/GC510K:
125 z drátu o \varnothing 0,8 mm CuL, vinutí // pro
GD607/GD617: 165 z drátu o \varnothing 0,8 mm CuL.

Literatura

- [1] Zesilovač Hi-Fi 6W, Z6W. AR 8/72.
- [2] Z6W ve stereofonním zesilovači pro krystalovou přenosku a tuner. AR 11/72.

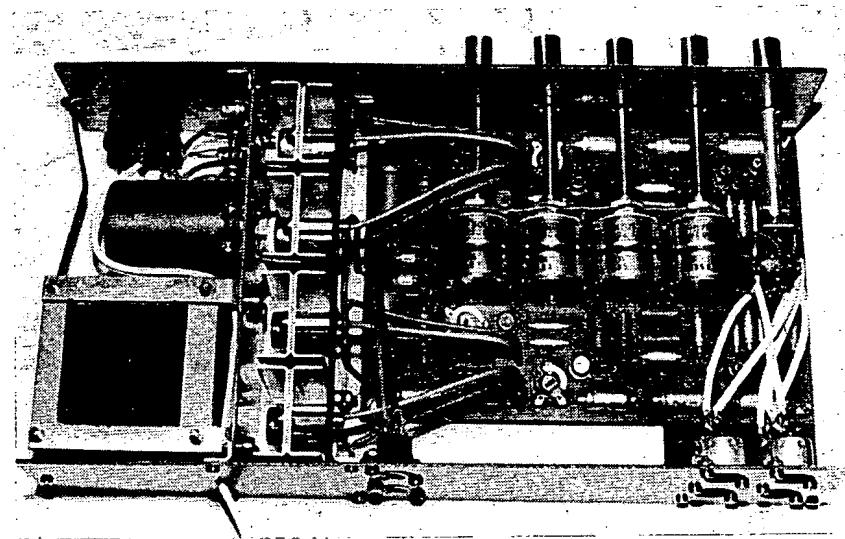
Zkušenosti ze stavby

Od uveřejnění tohoto návodu v AR uplynuly více než dva roky. Při stavbě dalších kusů popisovaných zesilovačů se ukázalo, že bylo vhodné doplnit popis stavby několika informacemi o praktické stavbě: během činnosti zesilovače se ohřívá tranzistor T_5 , avšak vzhledem k tomu, že jeho povolená kolektrová ztráta bez chladiče je 0,6 W, pracuje

tranzistor (i když je jeho pouzdro teplé) v rámci technických podmínek. Odporové trimry R_{22} (a R_{122}) je vhodné zvětšit na 68 k Ω , aby bylo možno jednoduše nastavit požadované napětí na kladném pólku kondenzátoru C_{17} , je-li zesilovací činitel tranzistoru T_5 větší než 100. Dále je vhodné zmenšit kapacitu vazebních kondenzátorů C_3 (C_{105}) a C_{13} (C_{113}) na 1 μ F (typ TE 988). Tím se zmenší zesílení v podakustické oblasti přenášených kmitočtů a potlačí přechodové jevy

v zesilovači při zapínání a vypínání. Dále vzhledem k tomu, že se nevyrábějí kondenzátory typů TC 180 a TC 181 s tolerancí 5 %, doporučují vybrat kondenzátory C_6 až C_{12} a C_{109} až C_{112} s uvedenou tolerancí pouze tehdy, má-li konstruktér zesilovače přísné požadavky na souběh charakteristik obou kanálů.

Popisované zesilovače lze samozřejmě napájet i ze zdroje stabilizovaného napětí 20, popř. 15 V.



Obr. 8. Hotový stereofonní zesilovač 2x6 W

Konvertor pro II. TV program

Ing. M. Vančata

K příjmu televizních vysílačů ve IV. a V. pásmu na běžně prodávané televizní přijímače slouží konvertory. Popisovaný konvertor převádí signál IV. a V. TV pásmu na signál o kmitočtu, který odpovídá 3. kanálu I. TV pásmu. Konvertor se skládá ze vstupního dílu, směšovače, výstupního dílu a oscilátoru.

Vstupní díl

Vstupní obvod je umístěn v části označené v obr. 1 „vstupní díl“ a je přepážkami odstíněn od ostatních dílů. Obsahuje rezonanční obvod L_1 , C_1 , oddělovací kondenzátor C_2 a prvky L_2 , C_3 . Větev L_2 , C_3 představuje pro vstupní signál a signál oscilátoru dělič, bez něhož by jeden signál znamenal pro druhý zkrat. Dále obsahuje vstupní díl anténní vazební smyčku.

Rezonanční obvod navrheme např. pro 28. kanál s $f_{obr} = 527,25$ MHz a $f_{zv} = 532,75$ MHz. Při výpočtu vycházíme ze středního kmitočtu 28. kanálu:

$$f_{st} = (f_{obr} f_{zv})^{1/2},$$

kde f_{st} je střední kmitočet [MHz],
 f_{obr} kmitočet obrazu [MHz],
 f_{zv} kmitočet zvuku [MHz].

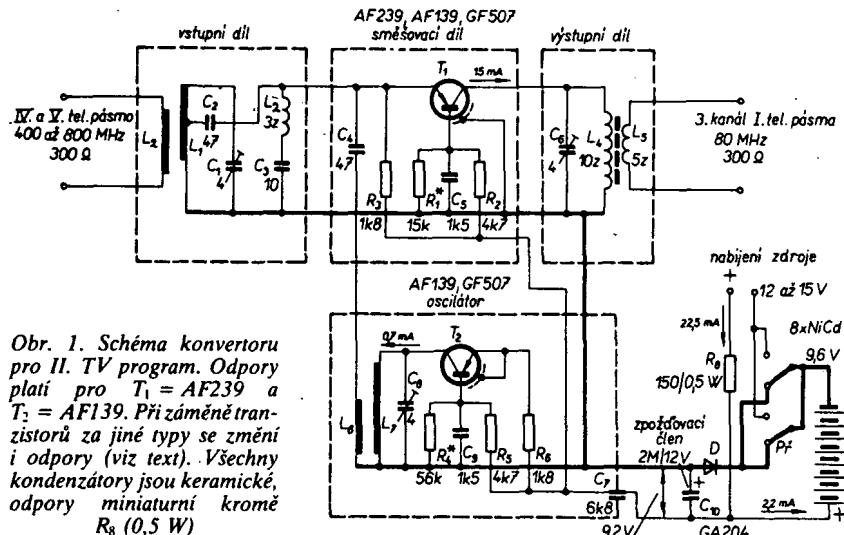
Střední kmitočet je tedy

$$f_{st} = (527,25 \cdot 532,75)^{1/2} = 530 \text{ MHz}.$$

Protože 28. kanál je v nižší části IV. a V. televizního pásmá, volíme pro výpočet rezonanční kapacitu C_1 větší, kolem 2,5 pF, protože chceme s kapacitou měnitelnou v rozmezí 0,5 až 4 pF obsáhnout ještě celé V. televizní pásmo. Pro kmitočty kolem 300 MHz již nelze použít běžně vinuté cívky, protože počet závitů vychází menší než jeden. Proto využijeme vlastní indukčnosti vodiče, za kterou považujeme vlastní indukčnost přímého nemagnetického vodiče o délce podstatně větší, než je jeho vlastní průměr. Pro kapacitu $C_1 = 2,5$ pF a $f_{st} = 530$ MHz vychází při zanedbání přídavných kapacit a indukčností potřebná indukčnost L_1 :

$$L = \frac{1}{\omega C},$$

kde L je indukčnost [H],
 C kapacita [F],
 ω úhlová rychlosť ($2\pi f$) [Hz].



Obr. 1. Schéma konvertoru pro II. TV program. Odpory plati pro $T_1 = AF239$ a $T_2 = AF139$. Při zámeně tranzistorů za jiné typy se změní i odpory (viz text). Všechny kondenzátory jsou keramické, odpory miniaturní kromě R_8 (0,5 W)

Po dosazení:

$$L_1 = \frac{1}{(2\pi \cdot 530 \cdot 10^6)^2 \cdot 2,5 \cdot 10^{-12}} = \\ = 0,036 \mu\text{H}$$

Potřebnou délku vodiče o \varnothing 1 až 1,2 mm k dosažení indukčnosti 0,036 μH určíme z grafu na obr. 2.

Nemagněticky vodič dlouhý 48 mm o průměru 1,2 mm má vlastní indukčnost 0,036 μH . Délku vodiče počítáme od místa přichycení jednoho konce k místu přichycení ke kondenzátoru C_1 .

Minimální a maximální rezonanční kmitočet vstupního obvodu

Při tomto výpočtu zanedbáme přídavnou indukčnost a počítáme jen s minimální a maximální kapacitou C_1 s odhadnutými přidavnými kapacitami:

$$C_{1\max} = (4 + 1) \text{ pF}, \quad C_{1\min} = 1 \text{ pF}, \\ L_1 = 0,036 \mu\text{H}.$$

$$f_{\max} = \frac{1}{2\pi (L_1 C_{1\min})^{1/2}} = \\ = \frac{1}{2\pi \cdot (0,036 \cdot 10^{-6} \cdot 1 \cdot 10^{-12})^{1/2}} = \\ = 840 \text{ MHz},$$

$$f_{\min} = \frac{1}{2\pi (0,036 \cdot 10^{-6} \cdot 5 \cdot 10^{-12})^{1/2}} = \\ = 370 \text{ MHz}.$$

Z výsledků vyplývá, že vstupní obvod obsahne celé IV. a V. televizní pásmo. Vlivem přídavných indukčností se f_{\max} a f_{\min} poněkud posunou směrem k nižším kmitočtům.

Vazební smyčka

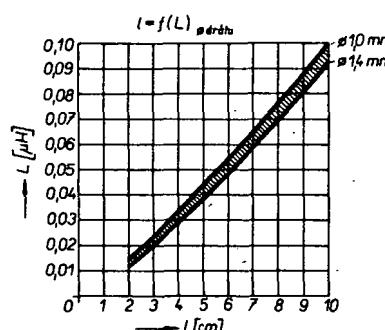
Antennní vazební smyčka je určena podmínkou rovnosti impedanci smyčky a svodu použitého mezi anténnou a konvertem. Pro dvoulinku s impedancí 300 Ω a při průměru drátu smyčky 1,2 mm vychází délka smyčky 30 až 40 mm. Vzdálenost mezi L_1 a L_2 je přibližně 2 až 3 mm. Indukčnost L_2 tvoří tři závity přívodního drátu ke kondenzátoru C_3 . Průměr cívky L_2 je 2 mm. Kondenzátory C_2 a C_3 jsou keramické. Rezonanční obvod je přizpůsoben vstupní impedance směšovacího dílu připojením oddělovacího kondenzátoru

C_2 asi do poloviny délky L_1 . Indukčnosti L_1 a L_2 jsou z holého leštěného měděného drátu o \varnothing 1,2 mm.

Směšovací díl

Směšovací díl je umístěn v části označené „směšovací díl“ a je odstíněn přepážkami od ostatních dílů. Obsahuje tranzistor T_1 , oddělovací kondenzátor C_4 , přes který se přivádí vf napětí oscilátoru, odpory R_1 , R_2 a R_3 (určují pracovní bod tranzistoru T_1) a kondenzátor C_5 (vysokofrekvenčně uzemňuje bázi T_1). Tranzistor T_1 je v zapojení se společnou bází, čtvrtý vývod (stínění) je uzemněn. Na kolektorový obvod je zapojen výstupní díl, na emitorový obvod vstupní díl.

Proud tranzistoru T_1 je přibližně 1,5 mA, což zvětšuje nonlinearitu tranzistoru, který při větší nonlinearitě lépe směšuje. Také potřebná úroveň oscilátorového napětí je při menším proudu menší. Při menší úrovni oscilátorového napětí dosáhneme většího útlumu nezádoucích směšovacích produktů vyšších rádů. Ve vzorku konvertoru byl vyzkoušen nás tranzistor GF507 s dobrým výsledkem, lepší však dával tranzistor AF139 a nejlepší tranzistor AF239. Tento tranzistor měl ze všech tranzistorů nejmenší šum.



Obr. 2. Závislost vlastní indukčnosti vodiče na délce (platí jen pro nemagněticky vodiče). Graf je vyjádřením vztahu

$$L = l(0,46 \log \frac{l}{d} + k) \cdot 10^{-6},$$

kde L je indukčnost v μH , l délka vodiče v cm, d průměr drátu v mm, k konstanta (pro vf $k = 1,455$). Vztah platí tehdy, je-li $l \gg d$

Stejnosměrný pracovní bod T_1 zajišťuje odpory děliče R_1 , R_2 a emitorový odpor R_3 . Odpory na obr. 1 platí pro tranzistor AF239. U tranzistoru GF507 jsem musel pro potřebný proud kolektoru zmenšit R_1 . Doporučuji proto individuálně nastavit pracovní bod T_1 , ještě před konečnou montáží podle použitého tranzistoru. Do obvodu kolektoru zapojíme miliampérmetr, k bázi připojíme dělič R_1 , R_2 a k emitoru odpor R_3 . Napájecí napětí je 9 V. Zvětšujeme-li odpor R_2 , zmenšuje se proud tranzistoru a naopak. Kondenzátor C_5 , který vysokofrekvenčně uzemňuje bázi, je keramický. Jeho kapacita není kritická (může být v rozmezí 200 až 1500 pF) musí však mít co nejmenší vlastní indukčnost, což splňují keramické kondenzátory. Také oddělovací kondenzátor C_4 je keramický, kapacita opět není kritická.

Výstupní díl

Výstupní díl je umístěn v části označené v obr. 1. „výstupní díl“ a je odstíněn přepážkami od ostatních dílů. Obsahuje rezonanční obvod L_4 , C_6 a vazební cívku L_5 .

Cívka L_4 má 10 závitů drátu o \varnothing 0,5 až 0,6 mm CuL. Indukčnost cívky je přibližně 1,1 μH . Kondenzátor C_6 je skleněný doladovací trimr s maximální kapacitou 4 pF, minimální 0,5 pF. Maximální rezonanční kmitočet f_{\max} výstupního obvodu je dán indukčností L_4 a minimální kapacitou C_6 :

$$f_{\max} = \frac{1}{2\pi (L_4 C_6 \min)^{1/2}},$$

kde f_{\max} je maximální kmitočet [MHz], L_4 indukčnost [H], C_6 min. kapacita [F].

$$f_{\max} = \frac{1}{2\pi (1,1 \cdot 10^{-6} \cdot 0,5 \cdot 10^{-12})^{1/2}} = \\ = 210 \text{ MHz}.$$

Minimální rezonanční kmitočet výstupního obvodu je dán indukčností L_4 a maximální kapacitou C_6 :

$$f_{\min} = \frac{1}{2\pi (1,1 \cdot 10^{-6} \cdot 4 \cdot 10^{-2})^{1/2}} = \\ = 76 \text{ MHz}.$$

Lze-li rezonanční obvod ladit v rozmezí 76 až 210 MHz, je možné převést celé IV. a V. televizní pásmo na

3. kanál – 77,25 až 83,75 MHz,
4. kanál – 85,25 až 91,75 MHz.

S ohledem na nejnižší možný kmitočet, na němž je oscilátor schopen kmitat, má kondenzátor C_4 maximální možnou kapacitu (od určitého kanálu je nutný k provedení IV. a V. pásmo takový kmitočet, který již oscilátor není schopen dodat). Má-li oscilátor nejnižší možný kmitočet $f_{osc \min} = 370$ MHz a je-li začátek IV. pásmo 470 MHz, kmitočet výstupního obvodu:

$$f_{vst} = 470 - 370 = 100 \text{ MHz}.$$

Tento kmitočet odpovídá 5. až 6. kanálu I. TV pásmu, přesto je však lépe použít 3. kanál, neboť ten má větší vf citlivost. Je to výhodné i přesto, že nezachytíme několik kanálů na začátku IV. pásmo.

Vazební cívka L_5 je galvanicky oddělena od konvertem; je navinuta těsně k cívce L_4 drátom o \varnothing 0,2 mm CuL a má 5 závitů těsně vedle sebe. Impedance této cívky se musí při středním kmitočtu 3. kanálu (77,25 až 83,75 MHz) rovnat impedanci vedení mezi

konvertem a televizním přijímačem. Pro televizní dvoulinku o impedanci 300Ω a třetí televizní kanál vychází počet vazebních závitů na kostříčce o $\varnothing 6$ až 8 mm kolem pěti.

Oscilátor

Oscilátor je umístěn v části označené „oscilátor“ a je odstíněn přepážkami od ostatních dílů. Obsahuje rezonanční obvod L_7 , C_8 mechanicky shodný se vstupním obvodem a vazební indukčnost L_6 . Odpory R_4 , R_5 , R_6 určují pracovní bod tranzistoru T_2 , kondenzátor C_9 vysokofrekvenčně uzemňuje bázi tranzistoru T_2 . Napájecí napětí se přivádí průchodkovým kondenzátorem C_7 .

Výpočet rezonančního obvodu oscilátoru

Indukčnost L_7 volíme z mechanických důvodů stejně velkou jako indukčnost L_1 ve vstupním obvodu. Také kondenzátor C_8 je stejný jako kondenzátor C_1 . Protože vstupní rezonanční obvod je přibližně stejný jako obvod oscilátoru, bude i jeho maximální kmitočet přibližně shodný se vstupním obvodem. Můžeme proto převzít výsledky vypočtené pro vstupní obvod ($f_{\max} = 0,84$ GHz, $f_{\min} = 0,37$ GHz).

Minimální a maximální kmitočet oscilátoru, potřebný k převedení celého IV. a V. televizního pásmu, je dán základní rovnici směšovače:

$$f_{\text{vyst}} = f_{\text{st}} - f_{\text{osc}},$$

kde f_{vyst} je střední kmitočet kanálu, na který převádíme IV. a V. pásmo [MHz], f_{st} kmitočet ležící ve IV. nebo V. televizním pásmu [MHz], f_{osc} kmitočet oscilátoru potřebný k převedení kanálu IV. nebo V. televizního pásmu na 3. kanál [MHz].

Signál, který přichází na vstup konvertoru, má kmitočet v rozmezí 470 až 790 MHz.

Minimální potřebný kmitočet oscilátoru je dán rozdílem maximálního kmitočtu IV. pásmu a středního kmitočtu 3. kanálu:

$$f_{\text{osc min}} = f_{\text{st mn}} - f_{\text{st 3}} = 470 - 80 = 390 \text{ MHz}.$$

Maximální kmitočet oscilátoru je dán rozdílem maximálního kmitočtu V. televizního pásmu a středního kmitočtu 3. kanálu:

$$f_{\text{osc max}} = f_{\text{st max}} - f_{\text{st 3}} = 790 - 80 = 710 \text{ MHz}.$$

Z výpočtu vidíme, že oscilátor je schopen kmitat na nejnižším kmitočtu kolem 370 MHz. K převedení IV. a V. pásmu potřebujeme nejnižší kmitočet 390 MHz a nejvyšší 710 MHz. Oscilátor obsahne tedy celé IV. a V. televizní pásmo.

Oscilátor je osazen tranzistorem AF139 nebo GF507. Ve vzorku byl zkoušen i tranzistor GF505, který obsáhl necelé IV. pásmo. Kolektorový proud T_2 je kolem 0,3 až 0,5 mA. Doporučují opět individuálně nastavit pracovní bod podle použitého tranzistoru změnou odporu R_6 .

Vazební kapacitou pro vznik oscilací je zpětná kapacita tranzistoru T_2 ($-C_{2b}$), zvětšená o parazitní kapacitu pouzdro-kolektor, neboť pouzdro tranzistoru je spojeno s emitem.

Vazební smyčka L_6 , z níž se odebírá napětí pro směšovač, je z holého leštěného měděného drátu o $\varnothing 1,2$ mm. Vzdálenost mezi L_6 a L_7 je přibližně 3 až 5 mm. Délka smyčky je patrná z obr. 3.

Napájecí obvod konvertoru

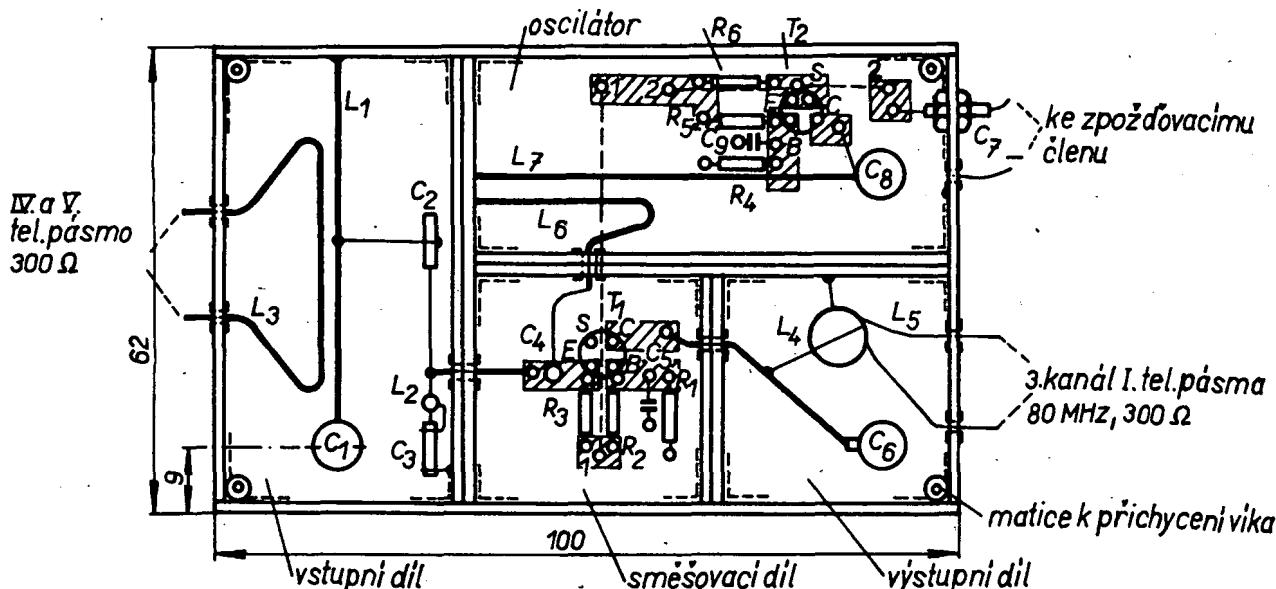
Napájecí obvod konvertoru je umístěn mimo prostor konvertoru. Obsahuje napájecí zdroj o napětí 8 až 12 V, jednopólový nebo dvoupólový přepínač, omezovací odpory R_8 (omezuje nabíjecí proud akumulátorů NiCd) a zpožďovací člen C_{10} , D . Při použití osmi akumulátorů NiCd zapojených v sérii je odpor R_8 asi 150 až 200 Ω podle velikosti nabíjecího napětí. Nabíjecí proud akumulátorů má být desetinou kapacity akumulátoru, tj. asi 22,5 mA.

Nabitá baterie vydrží při odběru 2,2 mA asi 100 hodin provozu.

Přepínač P může být jednopólový nebo dvoupólový. Při přepnutí do jedné polohy se konvertor zapíná, ve druhé poloze je konvertor vypnut a je možné nabíjet akumulátoru přes omezovací odpor R_8 . Mezi konvertor a přepínač je vložen zpožďovací člen. Tvoří jej dioda D zapojená v propustném směru a elektrolytický kondenzátor C_{10} . Diodu D můžeme nahradit odporem 200 až 300 Ω . Dioda může být jakákoli; ve vzorku to byla dioda GA204. Tento člen působí pozvolný náběh napětí na konvertoru. Doba náběhu je dána časovou konstantou určenou kapacitou C_{10} a dynamickým odporem diody (nebo při použití odporu odporem). Při skokovém náběhu napětí na konvertoru se oscilátor dostane do energeticky nevýhodného stavu, neboť tranzistorem teče proud asi 4 mA. Po dotyku na kolektor T_2 se proud zmenší na potřebnou velikost kolem 0,5 mA. Při obou stavech však konvertor pracuje normálně. Zarazením zpožďovacího členu se napětí na konvertoru zvolna zvětší a oscilátor naběhne sám do energeticky výhodného stavu s proudem T_2 kolem 0,5 mA.

Mechanická konstrukce konvertoru

Krabice konvertoru je z cuprexitu tloušťky 1,5 mm, přepážky jsou z cuprexitu s oboustrannou fólií, který můžeme nahradit dvěma jednostranně plátovanými deskami obrácenými fólií ven. Celková tloušťka desek však nesmí být větší než 3 mm. Celá krabice je po spájení mechanicky velmi pevná. Základní deska konvertoru slouží po odleptání spojového obrazce také k připájení většiny součástek konvertoru (obr. 3). Místa, na která přijdou jednotlivé součástky připájet, doporučují navrat do jedné třetiny tloušťky základní desky. Navrtání velmi usnadní připájení součástek. Ještě před sestavením krabičky připojíme všechny součástky patřící na základní desku konvertoru včetně tranzistorů. Boky krabičky jsou ze stejněho materiálu jako základní deska. Desky před sestavením na označených místech odleptáme, opatříme nýtky a přeštětme. Celou krabičku sestavíme po ocínování všech hran, které budou navzájem spojeny. Šířka ocínování stačí 2 mm. Při



Obr. 3. Sestava konvertoru (pohled dovnitř po odstranění víka). Výška bočních stěn i přepážek je 25 mm. Přívody, vývody a průchody přepážkami jsou výšeze 12,5 mm. Přepážky jsou vždy ze dvou desek stejných rozměrů, fólií ven. Kolem přívodů, průchodů a vývodů je fólie odleptána a v místě průchodu je nýť (až na C_7). Body 1-1 a 2-2 jsou spojeny měděným drátem o $\varnothing 1,2$ mm vně krabičky. Těsně kolem spojového obrazce dna konvertoru ponecháme fólii, která bude sloužit jako zem.

sestavování připájíme nejprve dolní boční stěnu ve dvou místech a po kontrole kolmosti připájíme opět ve dvou místech ostatní boční stěny. Pak přichytíme příčky. Nyní spojíme styčné hrany címem tak, aby spojení bylo plynulé a obsahovalo co nejméně činu. V blízkosti tranzistorů pájíme opatrně a co nejrychleji. Krabičku vyčistíme a přeleštíme. Protože kondenzátory C_1 a C_8 nejsou určeny pro opakování nastavování při provozu, ale jen k trvalému nastavení, zlepšíme jejich mechanickou stálosti připájením matic se stejným závitem, jaký má šroub kondenzátoru, ke spodní části kondenzátoru tak, aby šroubem šlo volně otáčet. Touto úpravou prodloužíme závitové vedení šroubu kondenzátoru a kondenzátor snese větší mechanické namáhání.

Odživení a nastavení konvertoru

Po kontrole všech spojů připojíme přes miliampémetr zdroj napětí 9 V. Je-li všechno v pořádku, pohybujeme se odběr konvertoru kolem 2,2 mA. Dotykem prstu na kondenzátor oscilátoru C_8 se přesvědčíme, kmitá-li oscilátor. Kmitá-li, změní se dotykem prstu poněkud odběr proudu. Nekmitá-li, dotyk prstu odběr neovlivní. Při správném zapojení může být závada jen v tranzistoru T_2 nebo v malé zpětnovazebné kapacitě – C_{12b} , kterou zvětšíme přidáním paralelního kondenzátoru mezi emitor a kolektor (0,5 až 1 pF). Po připojení antény ke konvertoru a propojení konvertoru s televizním přijímačem (nastaveným na třetí kanál) měníme kapacitou C_8 kmitočet oscilátoru tak dlouho, až se na obrazovce televizoru objeví šíkmé tmavé pruhy. Kondenzátem C_1 ladíme vstupní obvod na rezonanční kmitočet přijímaného signálu. Správné nastavení kondenzátoru C_1 poznáme podle kvality obrazu. Výstupním kondenzátem naladíme co nejlepší obraz i zvuk při střední poloze ovládaciho prvku oscilátoru přijímače. Nastavení konvertoru opakujeme ještě jednou na vyšším kanálu (např. 55.). Konvertor ladíme i nastavujeme s víkem. Zvuk ladíme jen tehdy, máme-li v mf zesilovači zvuku v televizním přijímači vestavěný některý z přípravků umožňující poslech zvuku obou norem CCIR-K i CCIR-G. Přelaďování konvertoru je pracné, protože musíme ladit zvlášť vstupní obvod a zvlášť oscilátor konvertoru. Tato pracnost je však vyvážena snadnou konstrukcí konvertoru. Nejvhodnější je nechat konvertor nastaven trvale na určitý kanál.

Literatura

Čermák, J.; Navrátil, J.: Tranzistorová technika. SNTL: Praha 1968.
Vančáka, M.: Konvertor pro 92,5 až 103,5 MHz. AR 2/69.

Tabulka cívek

Cívka	Drát o Ø [mm]	Druh drátu	Délka, popř. počet závitů
L_1	1,2	holý, Cu	48 mm
L_2			tři závity na přívodu k C_3 .
L_3	1,2	holý, Cu	60 mm
L_4	0,5	CuL	10 závitů na Ø 8 až 10 mm
L_5	0,2	CuL	5 až 6 záv. těsně k L_4
L_6	1,2	holý, Cu	35 mm
L_7	1,2	holý, Cu	48 mm

Souprava pro dálkové ovládání modelů

František Svíčka

Jedním z oborů zájmové elektroniky, který se v poslední době velmi prudce vyvíjí a jehož obliba má stále stoupající trend, je obor dálkového řízení modelů. Během let se i v našem časopisu objevilo několik návodů na stavbu zařízení pro dálkové ovládání modelů od jednoduchých až po velmi složité. I když návody ke stavbě byly zpracovány poměrně velmi podrobně, docházelo při realizaci těchto zařízení často ke zklamání – především proto, že nastavování bylo obvykle poměrně složité a vyžadovalo použití přístroje, které nejsou běžnou výbavou amatérské dílny, ať již modeláře nebo i radioamatéra. Protože jsme dostávali a uveřejňujeme popis soupravy dálkového ovládání.

Úspěch při stavbě závisí podle našich zkušeností především na pečlivé práci; vhodné je předem proměřit součástky, zda mají alespoň 10% toleranci. Předpokladem úspěchu při provozu (tj. minimální poruchovosti) je správné pájení a vhodné izolování součástí, které by se mohly vodivě spojit (bužírka na vývodech odpornů a tranzistorů apod.), neboť montáž je v převážné většině dosti stěsnaná, především u dílů přijímače soupravy.

Technické údaje

Vysílač

Pracovní kmitočet: v pásmu 27 MHz podle použitého krystalu.
Vf výkon: podle použitého tranzistoru (asi 350 mW).
Modulace: 100 %
Kanálový impuls: 1,6 ± 0,5 ms.
Napájení: nikloakadmiové akumulátory typu 451, 8 ks, 9,6 V.
Odběr proudu: asi 85 mA; z toho proud kodéru se Zenerovou diodou asi 12 mA, proud oscilátoru 12 až 15 mA, proud koncového stupně asi 60 mA.

Přijímač

Druh přijímače: superhet.
Cítivost: asi μ V.
Šířka pásma: 5 kHz pro 6 dB, 40 kHz pro 40 dB.
Potlačení zrcadlového kmitočtu: 12 až 15 dB.

kusů souprav získal a omezil tak na minimum možnost neúspěchu při konstrukci.

Popisovaná souprava byla vyzkoušena v praxi v několika kusech v leteckomodelářském klubu na Kladně. Stavba soupravy byla korunována úspěchem i tehdy, když ji realizoval modelář, který prakticky neznal ani principy zařízení, které stavěl. Stačilo, že uměl pájet a číst ve schématu. Pečlivost v práci je ovšem samozřejmostí; tu však má většina modelářů v „krvi“.

Souprava, tak jak ji popisuji, je určena pro připojení tří serv. Domnívám se, že pro většinu modelářů počet serv vyhoví. Závěrem této části bych chtěl upozornit, že zařízení, které popisuji, není nějaký můj vlastní zázračný vynález; využil jsem pouze vlastních a cizích zkušeností při úpravách dostupných schémat nejrůznějších továrních výrobků (Simprop, Futuba, Microavionics, Teleprop, Kraft atd.). Stavbu celého zařízení je vhodné začít stavbou vysílače, neboť hotového vysílače využijeme s výhodou při nastavování přijímače, dekodéru a servozesilovače. Upozorňuji však, že před stavbou je třeba mít povolení, které vydá na požádání Krajská správa radiokomunikací (jde o vysílač zařízení, na něž je třeba mít povolení!).

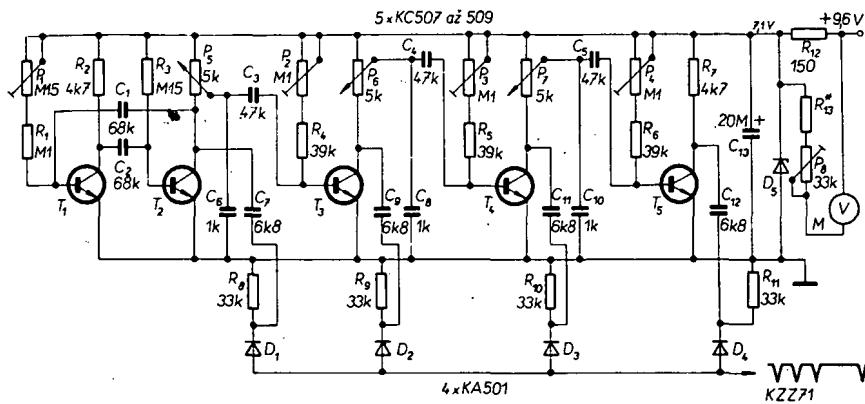
Konstrukce vysílače

Celý vysílač se skládá z kodéru (obr. 1), z modulátoru a vf. dílu (obr. 2). Jak jsem již uvedl, popis činnosti těchto dílů je uveden v serálu ing. Valenty, zájemci si mohou popis činnosti najít v dílech číslech časopisu Modelář. Obě dvě funkční části vysílače (tj. kodér a modulátor s vf dílem) jsou umístěny na jedné desce s plošnými spoji (obr. 3). Osazená deska je na obr. 4. I když by se to mohlo zdát méně výhodné, než použít pro každý funkční celek jednu desku zvlášť, stačí, uvědomíme-li si, že v prvném případě odpadá pracná „drátovačka“ a navíc lze vhodným postupem při osazování desky s plošnými spoji uvádět do chodu jednotlivé funkční celky vysílače stejně, jako kdyby byl každý na zvláštní desce.

Při osazování desky se nejvíce osvědčil tento postup:
1. nejprve se osadí celá vf část vysílače,

Úvod

Cílem tohoto článku není seznámit čtenáře se základními principy digitálních proporcionalních souprav k dálkovému řízení modelů. Principy byly velmi podrobně popsány přistupným způsobem v časopisu Modelář v článcích ing. Valenty (Modelář č. 8 až 12/1972 a č. 1 až 4/1973). Článek není také přesnou „kuchařkou“; v něm bylo vše do detailu. Zaměřil jsem se při zpracování především na to, abych seznámil čtenáře se zkušenostmi, které jsem při stavbě několika



Obr. 1. Kodér vysílače

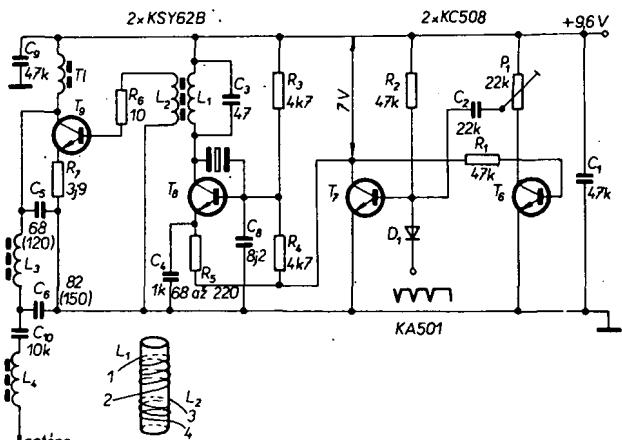
2. dále se osadí kodér, tj. tranzistory T_1 až T_5 ,
3. a nakonec osadíme modulátor, tj. tranzistory T_6 a T_7 .

Každou část vysílače uvádíme do chodu zvlášť hned po osazení desky součástkami.

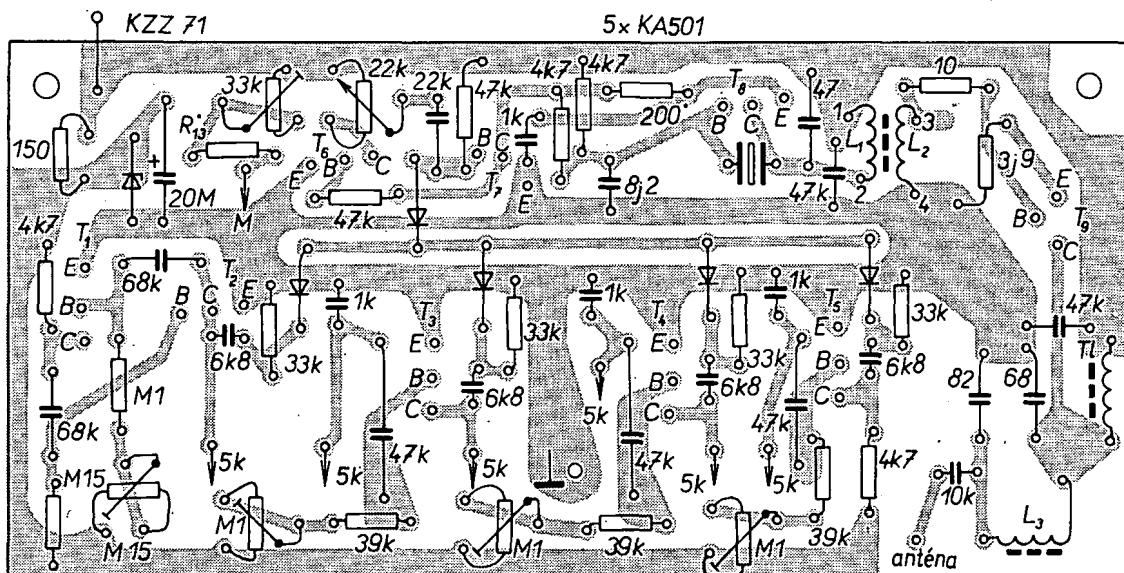
Podrobný postup práce bude tedy tento: do připravené desky s plošnými spoji připojíme tranzistor T_8 , odpory R_3 , R_4 a R_5 (nahradíme odporovým trimrem 680Ω), cívku oscilátoru L_1 , L_2 , kondenzátory C_1 , C_3 a C_4 , C_8 a krystal. Po připojení napájecího napětí se přesvědčíme absorpčním vlnoměrem nebo žárovíčkou paralelně připojenou k vinutí cívky L_2 , zda oscilátor kmitá. Pokud je vše v pořádku, žárovka (6 V, 50 mA) musí slabě

zhnout. Změnou polohy jádra v cívce oscilátoru a odporu R_5 (nahradili jsme ho trimrem) zvětšíme svít žárovky na maximum. Při tomto nastavování propojíme plošky pro připojení kolektoru a emitoru tranzistoru T_7 – na to nesmíme zapomenout!

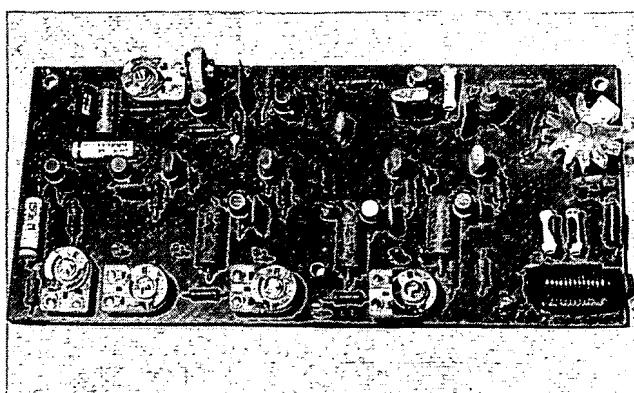
Dále při oživování odpojíme žárovku a připojíme další součástky: T_9 s chladičem, R_6 , R_7 , L_3 , C_5 , C_{10} , C_6 , L_4 . Jádro cívky L_3 nastavíme na největší svít žárovíčky zapojené do série s anténon. Prodlužovací cívku L_4 naladíme podle indikátoru síly pole. Tato druhá fáze ladění se musí zopakovat při konečném vestavění a upevnění desky do skřínky vysílače. Jako anténa je vhodná např. autoanténa Kovopodniku Brno.



Obr. 2. Modulátor
a vf díl vysílače



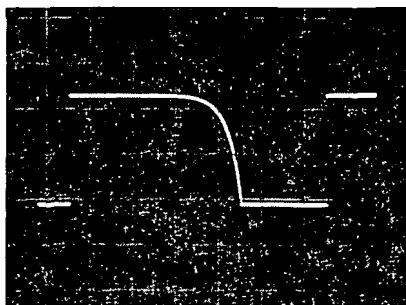
Obr. 3. Deska H01
s plošnými spoji
vysílače



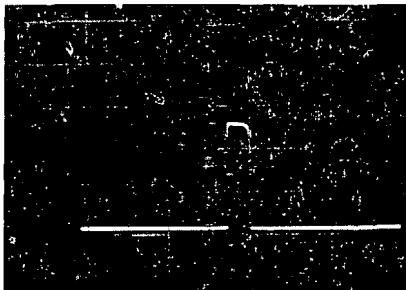
Obr. 4. Osazená deska
s plošnými spoji
vysílače

Po skončení této fáze nastavování a oživování zrušíme zkrat mezi ploškami pro připojení kolektoru a emitoru T_7 .

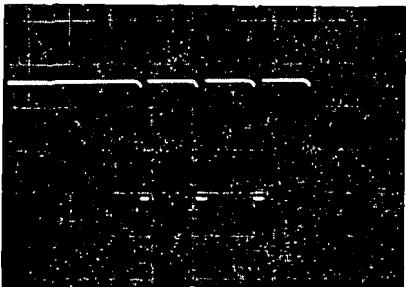
Pracují-li obě části vysílače, které jsme na desce s plošnými spoji dosud osadili součástkami, zapojíme do desky i součástky kodéru (obr. 1). K oživení a nastavení kodéru je téměř nezbytný osciloskop s cejchovanou časovou základnou. Po osazení součástkami připojíme k vývodům z desky napájecí napětí 9,6 V a voltmetrem zkontrolujeme napájecí napětí na Zenerově diodě, které by mělo být asi 7 V. Dále zkontrolujeme osciloskopem průběhy na kolektorech jednotlivých tranzistorů (T_2 až T_5). Průběhy musí odpovídat průběhům na obr. 5 a 6. Potenciometry P_1 nastavíme délku rámce (obr. 5) 20 ms a potenciometry P_5 , P_6 a P_7 nastavíme do střední



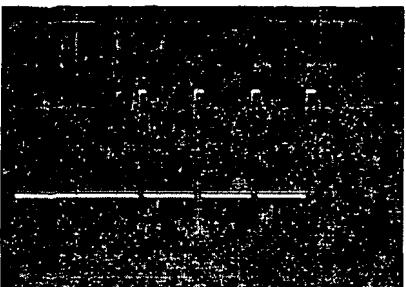
Obr. 5. Průběh signálu na kolektoru T_2



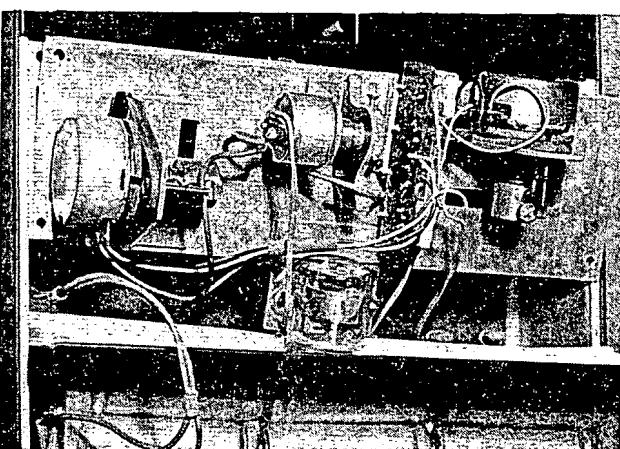
Obr. 6. Průběh signálu na kolektorech T_3 až T_5



Obr. 7. Průběh signálu na korektoru T_0



Obr. 8. Průběh signálu na kolektoru T_7

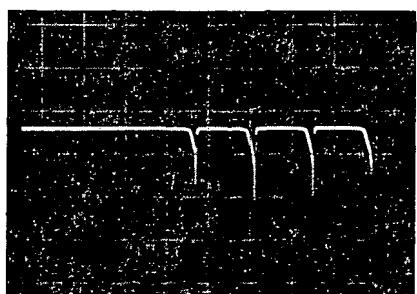


Obr. 11. Průběh v signálu

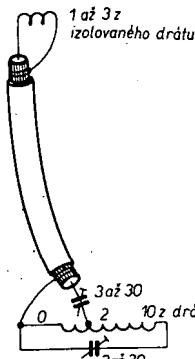
polohy. Potenciometry P_2 , P_3 a P_4 nastavíme tak, aby impuls měl šířku 1,6 ms.

Byla-li dosavadní nastavování úspěšné, budeme pokračovat dále. Zjistíme, mění-li se při plných krajních výchylkách kniplů kanálové impulsy o $\pm 0,5$ ms. Mění-li se, zapojíme do desky zbývající součástky: T_6 , T_7 , R_2 , R_1 , P_1 , D_1 a C_2 . Dále postupujeme při nastavování takto: připojíme osciloskop na kolektor T_7 . Průběh pozorovaného signálu musí mít tvar podle obr. 8. Šířku jehlových impulsů nastavíme na 0,25 ms potenciometrem P_1 (22 k Ω na obr. 2).

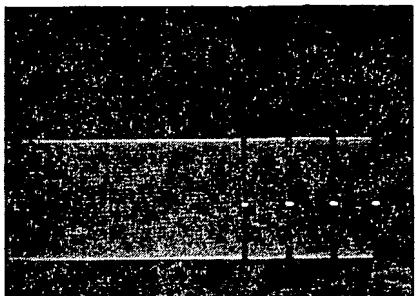
Tím je celé oživení a předběžné nastavení hotovo. Desku se součástkami věstavíme do



Obr. 9. Průběh signálu na sběrnici (báze T_7).

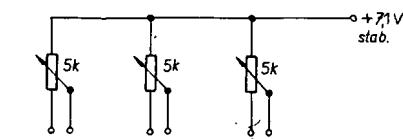


Obr. 10. Přípravek ke kontrole v signálu



Obr. 11. Průběh v signálu

skříně a po připojení krystalu a antény znova nastavíme výstupní obvod na maximální výkon. Signál na sběrnici (báze T_7) má mít tvar podle obr. 9. Kdo má možnost použít většinu kontrolovat tvar modulovaného signálu. Ke kontrole je třeba zhotovit přípravek podle obr. 10.



Obr. 13. Zapojení ovládače (kniplů)

skříně a po připojení krystalu a antény znova nastavíme výstupní obvod na maximální výkon. Signál na sběrnici (báze T_7) má mít tvar podle obr. 9. Kdo má možnost použít většinu kontrolovat tvar modulovaného signálu. Ke kontrole je třeba zhotovit přípravek podle obr. 10.

Pro úplnost je ještě na obr. 13 zapojení ovládače (kniplů).

Součástky kodéru vysílače (obr. 1)

Odporové trimry a potenciometry

R_1	TR 112a, 0,1 M Ω
R_2	TR 112a, 4,7 k Ω
R_3	TR 112a, 0,15 M Ω
R_4	TR 112a, 39 k Ω
R_5	TR 112a, 39 k Ω
R_6	TR 112a, 39 k Ω
R_7	TR 112a, 4,7 k Ω
R_8 , R_9 , R_{10} , R_{11}	TR 112a, 33 k Ω
R_{12}	TR 152, 150 Ω
P_1	TP 111, 0,15 M Ω
P_2 , P_3 , P_4	TP 111, 0,1 M Ω
P_5 , P_6 , P_7	potenciometr 5 k Ω /N
P_8	TP 111, 33 k Ω

Kondenzátory

C_1 , C_2	TC 180, 68 nF
C_3 , C_4 , C_5	TC 180, 47 nF
C_6 , C_8 , C_{10}	TK 724, 1 nF
C_7 , C_9 , C_{11} , C_{12}	TK 744, 6,8 nF
C_{13}	TE 984, popř. TC 973, 20 μ F

Polovodičové prvky

T_1 až T_5	KC507 až KC509
D_1 až D_4	KA501
D_5	KZZ71

Ostatní součásti

měřidlo 100 μ A, MI 40 nebo pod.

Součástky v dílu a modulátoru (obr. 2)

Odpory (všechny typu TR 112a)

R_1	47 k Ω
R_2	47 k Ω
R_3	4,7 k Ω
R_4	4,7 k Ω
R_5	68 až 220 Ω
R_6	10 Ω
R_7	3,9 Ω
P_1	TP 111, 22 k Ω

Kondenzátory

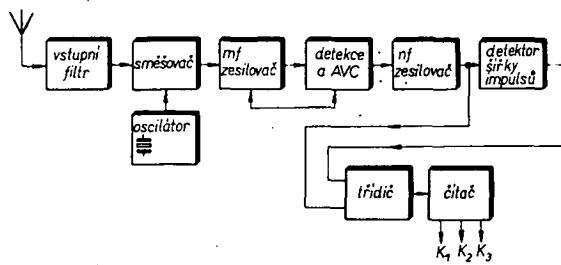
C_1	TK 782, 47 nF
C_2	TK 782, 22 nF
C_3	TK 423, 47 pF
C_4	TK 724, 1 nF
C_5	TK 423, 68 až 120 pF
C_6	TK 423, 82 až 150 pF
C_7	TK 722, 8,2 pF
C_8	TK 782, 47 nF
C_9	TK 744, 10 nF

Polovodičové prvky

T_6 , T_7	KC508
T_8 , T_9	KSY62B (T_9 KSY34)
D_1	KA501

Cívky

L_1	14 z drátu o \varnothing 0,5 mm těsně nad L_2
L_2	5 z drátu o \varnothing 0,5 mm



Obr. 14. Blokové schéma přijímače

L_3 8 z drátu o \varnothing 1 mm na \varnothing 8 mm, ferokartové jádro
 L_4 15 až 20 z drátu o \varnothing 0,3 mm ferokartové jádro (podle použití antény)
 T_1 vln tlumivka, 35 z drátu o \varnothing 0,5 mm na \varnothing 3 mm, bez jádra

vzdálenost přijímače od vysílače při zachování požadované funkce) i spolehlivost (odolnost proti rušicím signálům) vyžaduje použít jako přijímač superhet, neboť pouze superhet může splnit všechny požadavky, kladené na soupravu z výše uvedených hledisek. Obvody přijímače soupravy si proto popišeme poukazem podrobněji.

Přijímač soupravy

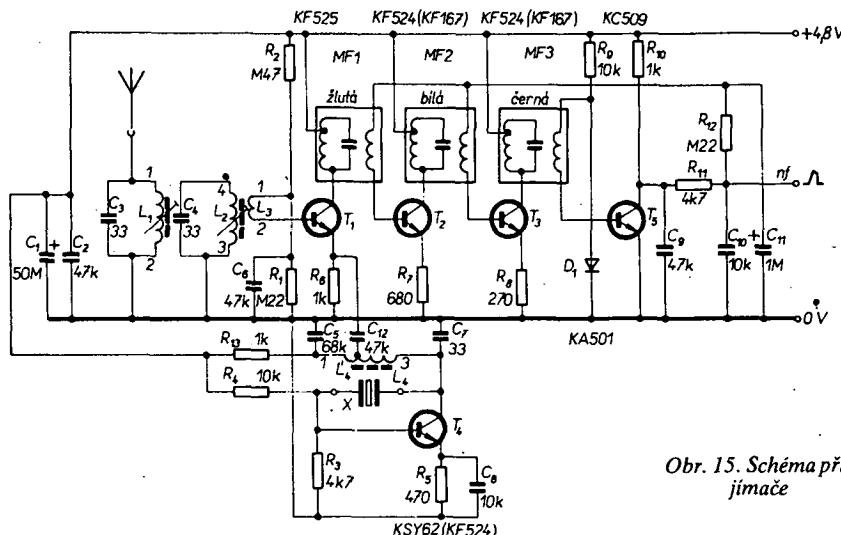
Na činnosti přijímací části soupravy závisí z velké míry jak technické parametry, tak i spolehlivost celého zařízení. Technické parametry (především maximální možná

Blokové schéma přijímače je na obr. 14. Vysokofrekvenční signál z antény přichází na vstupní část přijímače, která je složena ze dvou rezonančních obvodů. Tímto zapojením vstupní části dosáhneme jednoduchými prostředky dobrého potlačení neužitečných (parazitních) signálů zrcadlového kmitočtu vně pásmu 27 MHz, které by mohly rušit

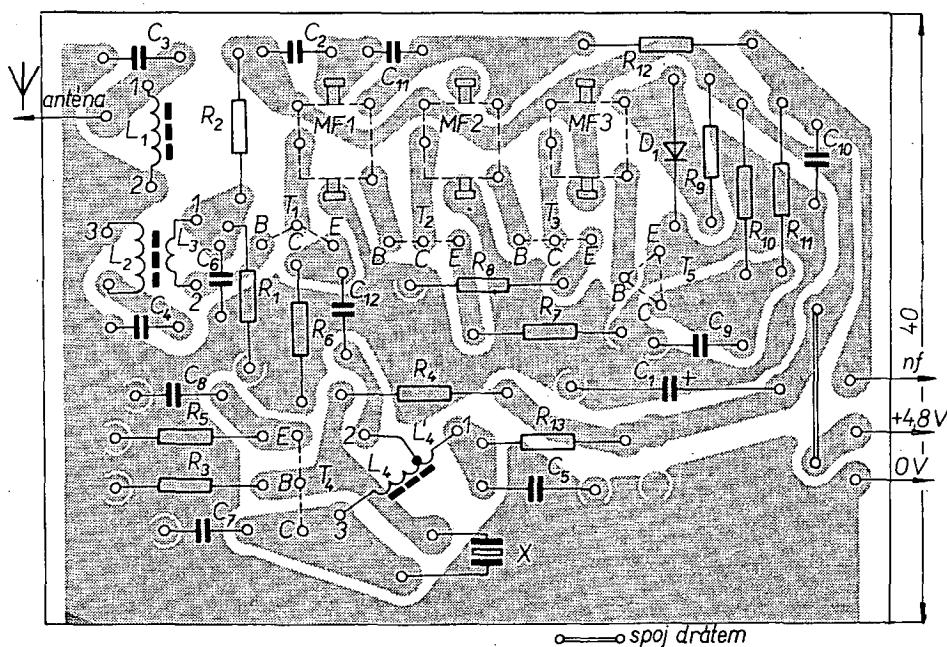
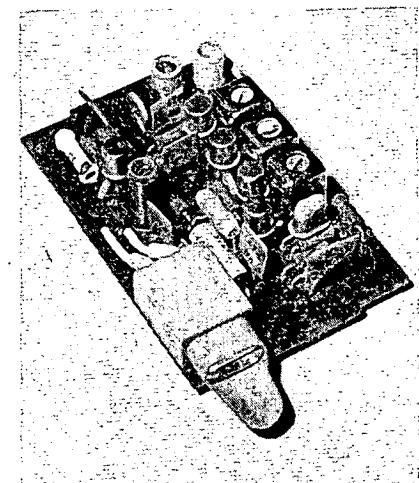
užitečný signál. Vstup obvodu směšovače je přizpůsoben vstupnímu laděnému obvodu vazební cívkou L_3 . Oscilátor je v obvyklém zapojení a je řízen krystalem.

Signál z obvodu oscilátoru se přivádí do emitoru směšovacího tranzistoru, v němž se směšuje se vstupním signálem – výsledkem je signál mezifrekvenčního kmitočtu, který se dále upravuje zesílením ve dvoustupňovém mf zesílovači. Po zesílení přichází mf signál na detekční obvod s tranzistorem T_5 . Stupeň s tranzistorem T_5 detekuje mf signál a vytváří současně regulační napětí pro AVC. Zapojení detektoru vychází ze zapojení, používaných v továrních zařízeních (Simprop, Teleprop, Kraft). Je velmi jednoduché a přitom velmi účinné. Regulační napětí pro AVC se mění ve velmi velkém rozsahu, prakticky o celé kolektarové napětí tranzistoru T_5 .

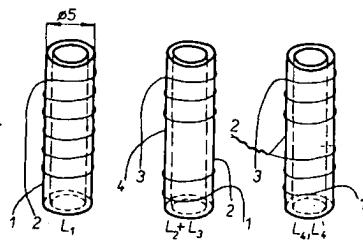
Signál po detekci se zesíluje a formuje. Detekovaný signál postupuje dále jednak přímo na čítač a jednak na detektor šířky impulsů. Čítač se před příchodem pracovních impulsů nastavuje do nulové polohy synchronizačním obvodem. Synchronizačním signálem (nebo lépe signálem, který spouští synchronizační obvod) ve vysílaném signálu je delší oddělovací mezeera mezi skupinami pracovních impulsů. Detektor šířky impulsů



Obr. 15. Schéma přijímače



Obr. 16. Deska s plošnými spoji J 528 přijímače a hotová deska, osazená součástkami (nahore)



Obr. 17. Cívky přijímače a způsob jejich vnitřní

pomoci synchronizačního obvodu tuto mezuřu zaznamená a čítač se vynuluje.

Pracovní impulsy nabízejí kondenzátor v detektoru šířky impulsů na určité malé napětí. V synchronizační mezuře se však kondenzátor nabije na plné napětí. Obvod detektoru na toto zvětšené napětí reaguje tím, že se uvede v činnost a připraví čítač k příjmu další skupiny pracovních impulsů.

Čítač má několik stupňů; z jednotlivých stupňů čítače se odebírají rozdílně pracovní impulsy pro servozesilovače.

Praktická stavba

Schéma přijímače je na obr. 15 a deska s plošnými spoji na obr. 16. Na předvrstanou a upravenou desku (dobře očistit měděné plochy a upravit rozmetry na požadovanou velikost) přejdeme nejprve cívky L_1 , L_2 , L_3 a L_4 . Dbáme, abychom dodrželi zapojení začátků a konců cívek, aby vývody cívek (očíslované na obr. 17) byly zasunuty do odpovídajících děr v desce s plošnými spoji. Dále zapojíme odopy R_1 , R_4 , R_5 , R_{13} , kondenzátory C_3 , C_4 , C_8 , C_{12} a C_1 , tranzistor T_4 a krystal. Po skončení pájení zkontrolujeme absorpčním vlnoměrem nebo osciloskopem (na kolektoru T_4), kmitá-li oscilátor. Je-li vše v pořádku, zapojíme ostatní součástky. Před pájením mezifrekvenčních transformátorů nezapomeneme předem ocínovat pájecí špičky krytů transformátorů. Po skončení pájení pečlivě očistíme celou desku od škrábání zbytků kalafrunu a případně i nejaky rozpuštědlem (lihem). Zkontrolujeme, nemají-li vzájemný dotyk některé součástky nebo spoje. Případné nedostatky ihned odstraníme (třeba i dodatečným vkládáním izolačních pásků mezi součástky).

Po této kontrolech přijímač nalaďme. Na vstup přijímače připojíme anténu (drát délky asi 1 m) a pak připojíme zdroj napájecího napětí 4,8 V (čtyři články NiCd). Mezi

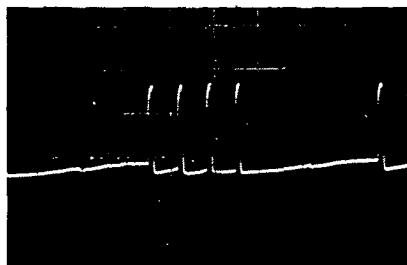
záporný pól zdroje a kolektor tranzistoru T_3 připojíme voltmetr, přepnutý na rozsah 6 V. Mezi jádra a kostříky cívek L_1 , L_2 a L_4 vložíme (před začátkem ladění) tenké pásky pryže nebo proužky tenké fólie plastické hmoty.

Zapneme vysílač (se zasunutou anténu). Protože obvody přijímače nejsou dosud nalaďeny, přiblížíme vysílač k anténě přijímače tak blízko, aby voltmetr v kolektoru T_3 indikoval zmenšení měřeného napětí při ladění.

Pak začneme ladit jednotlivé cívky, nejdříve L_1 a L_2 na největší pokles napěti, měřeného voltmetrem. Během ladění se podstatně zvětšuje citlivost přijímače, proto během ladění vzdalujeme vysílač od antény přijímače tak, aby voltmetr ukazoval vždy napětí maximálně asi 4 V. Po nalaďení vstupního obvodu ladíme mezifrekvenční transformátory, opět na minimum napěti, indikovaného voltmetrem. Na ladění reaguje „nejostřejí“ žlutě označený mf transformátor (první od vstupu), méně transformátor označený bíle a nejméně černě označený transformátor. Během ladění opět vzdalujeme anténu přijímače od vysílače (nebo ji popř. zkracujeme).

Po tomto hrubém nalaďení přepneme voltmetr na rozsah 1 V a nalaďme všechny obvody co možno nejpřesněji. Výchylka ručky voltmetru by měla být při konečném nalaďení asi 0,7 V. Tím je celý přijímač nalaďen.

Po nalaďení zakápneme jádra laděných cívek voskem (nejlépe včelím). Signál na výstupu pak můžeme zkontrolovat osciloskopem. Signál by měl mít tvar podle obr. 18.



Obr. 18. Signál na výstupu přijímače, sledujeme-li přijímač signálem z vysílače

Seznam součástek přijímače

Odpory TR 112a
 R_1, R_{12} 0,22 M Ω
 R_2 0,47 M Ω

R_3, R_{11}	4,7 k Ω
R_4, R_9	10 k Ω
R_5	470 Ω
R_6, R_{10}, R_{13}	1 k Ω
R_7	680 Ω
R_8	270 Ω

Kondenzátory	
C_1	50 μ F/6 V, TE 156
C_2, C_9, C_{12}	47 nF, TK 782
C_3, C_4, C_7	33 pF, TK 754/TK 423
C_5	68 nF, TK 782
C_6, C_{10}	10 nF, TK 782
C_{11}	1 μ F/6 V, TE 125

Polovodičové prvky

T_1	KF525
T_2, T_3	KF524 (KF167)
T_4	KSY62 (KF524)
T_5	KC509
D_1	KA501

Krystal (rozdíl kmitočtů krystalu v přijímači a krystalu ve vysílači musí být rovný zvolenému mf kmitočtu, tj. asi 455 až 465 kHz a kmitočet krystalu ve vysílači musí být pochopitelně v kmitočtovém pásmu, určeném pro dálkové řízení modelů).

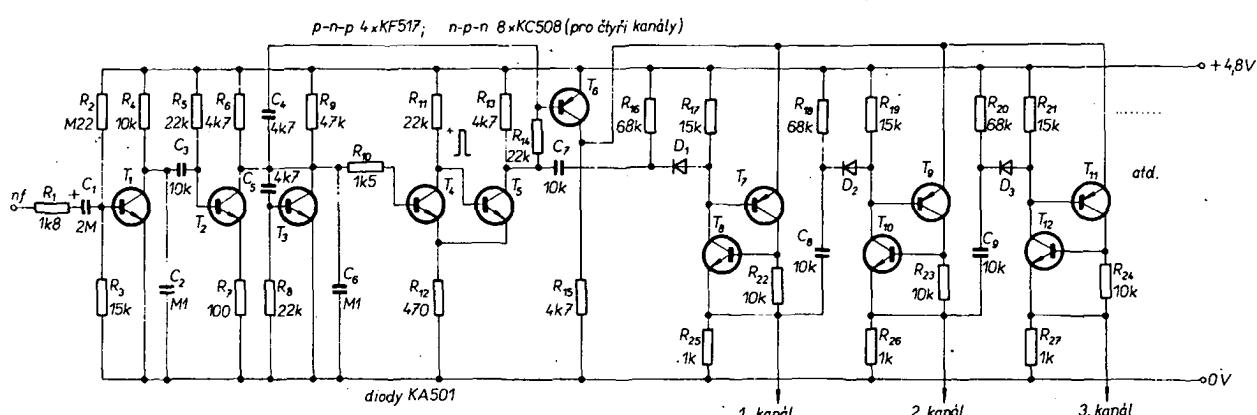
Cívky

L_1	13 z drátu o \varnothing 0,3 mm CuL
L_2	14 z drátu o \varnothing 0,3 mm CuL
L_3	6 z drátu o \varnothing 0,3 mm CuL
L_4	23 z drátu o \varnothing 0,3 mm CuL
L_4'	5 z drátu o \varnothing 0,3 mm CuL

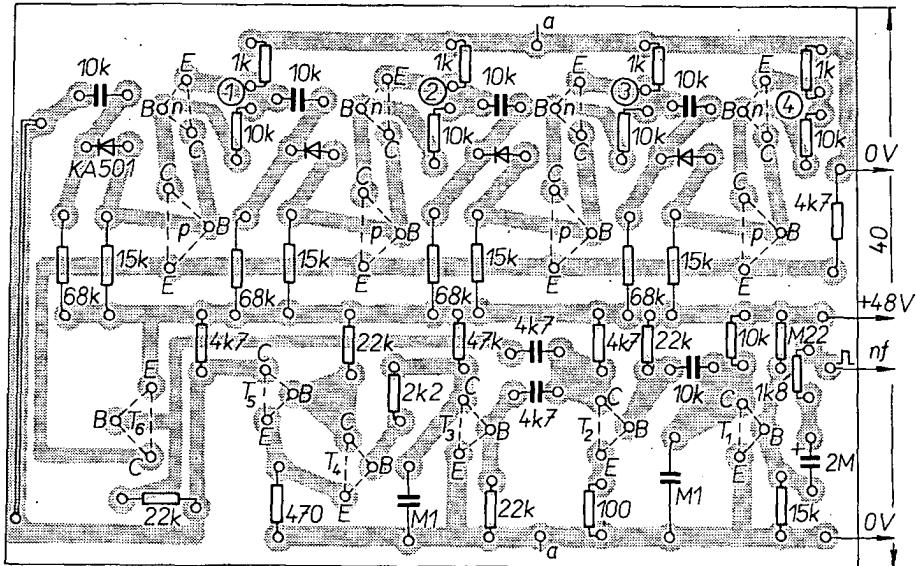
průměr kostříků 5 mm, průměr dolaďovacích jader 4 mm, ferokart, mf transformátory jsou miniaturní transformátory z japonských přijímačů AM.

Dekodér

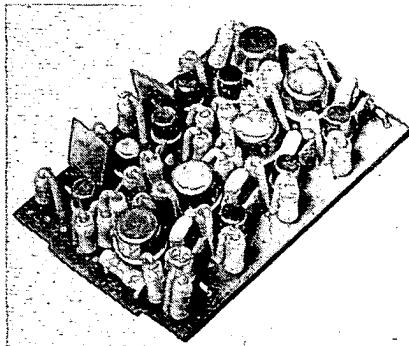
Schéma dekodéru je na obr. 19. Deska s plošnými spoji (pro čtyři servozesilovače) je na obr. 20. Zapojení je shodné s dekodérem Teleprop, jsou však použity výhradně tuzemské součástky. Při stavbě postupujeme stejným způsobem, jako u přijímače: na předvrstanou desku, upravenou na potřebný rozměr podle našich požadavků, umístíme nejdříve drátovou spojku. Spojku použijeme proto, že z tranzistorů polarity p-n-p jsou na trhu k dostání pouze tranzistory typu KF517; ty jsou relativně velmi rozměrné a všechny součásti na desce budou proto velmi stěsnány. Tranzistory KF517 jsem použil proto, že jsou poměrně levné; bylo by možno použít i tranzistory typu KSY81, pak by problémy se stěsnaností konstrukce nebyly tak těžké;



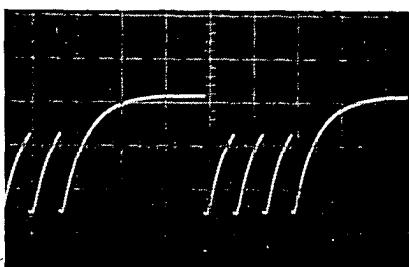
Obr. 19. Schéma dekodéru přijímací části soupravy



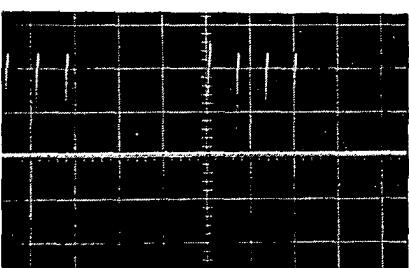
Obr. 20. Deska s plošnými spoji dekodéru J 529 a deska, osazená součástkami



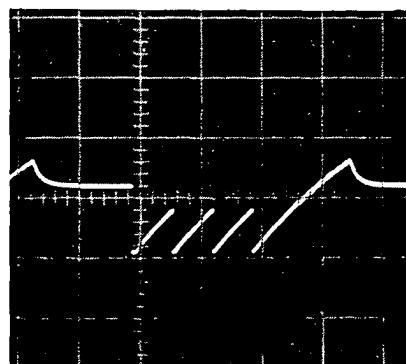
tranzistory KSY81 jsou však mnohem dražší. Osazování desky věnujeme z uvedených důvodů (stěsnanost) velkou pozornost. Všechny odpory izolujeme izolačními trubičkami (bužírkou) a při osazování desky nesmíme zapomenout, že všechny tranzistory mají



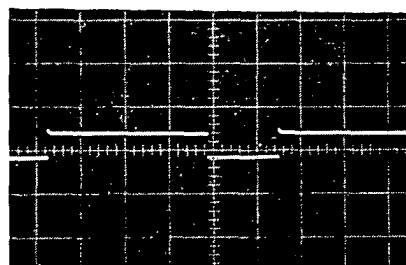
Obr. 21. Průběh signálu na kolektoru T_1



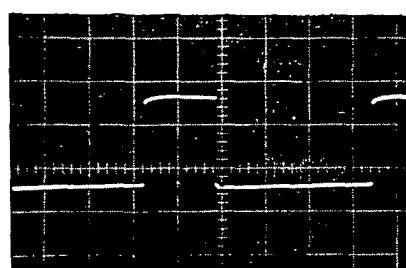
Obr. 22. Průběh signálu na kolektoru T_2



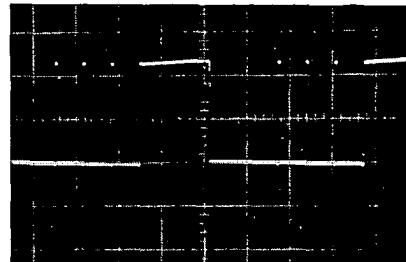
Obr. 23. Průběh signálu na kolektoru T_3



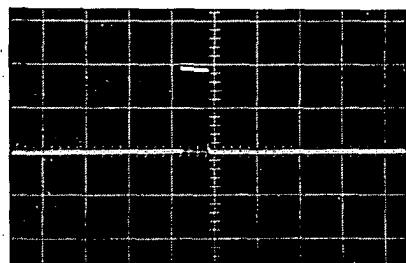
Obr. 24. Průběh signálu na kolektoru T_4



Obr. 25. Průběh signálu na kolektoru T_5



Obr. 26. Průběh signálu na kolektoru T_6



Obr. 27. Výstupy kanálů 1 až 3

na kovovém pouzdru vyveden kolektor. V zapojení by se velmi osvědčilo použít tranzistory v pouzdrech z plastických hmot, např. typu BC239 a BC309 (Siemens), pak by bylo osazování desky bez problémů. Naše tranzistory v pouzdrech z plastických hmot (KC148, n-p-n) však jsou pokud jde o rozdíly nevýhodnější než tranzistory v pouzdrech kovových (KC508) a navíc mají jiné uspořádání vývodů, takže by při jejich použití bylo třeba upravovat desku s plošnými spoji.

Po osazení desky součástkami a po propojení desky s deskou přijímače můžeme zkontrolovat osciloskopem průběhy signálu na kolektorech jednotlivých tranzistorů (obr. 21 až 27). Neodpovídá-li průběh na kolektoru T_6 průběhu na obr. 26, je třeba změnit odpor R_9 nebo kapacitu kondenzátoru C_6 . Při pečlivé práci a předběžné kontrole součástek je však oživení velmi jednoduché a není třeba zpravidla žádných dodatečných zásahů do osazené destičky.

Kdo vlastní serva s elektronikou (Simprop, Kraft, Robe), může je již připojit přímo k výstupům jednotlivých kanálů dekodéru.

Seznam součástek (pro tři kanály)

Odpory TR 112a

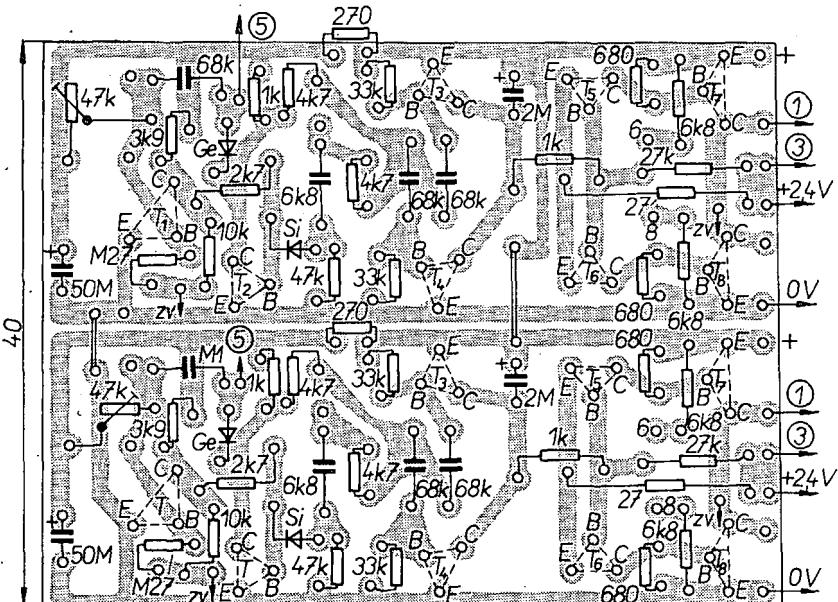
R_1 1,8 k Ω
 R_2 0,22 M Ω
 $R_3, R_{17}, R_{19}, R_{21}$ 15 k Ω
 $R_4, R_{22}, R_{23}, R_{24}$ 10 k Ω
 R_5, R_{14}, R_6, R_{11} 22 k Ω
 R_7, R_{13}, R_{15} 4,7 k Ω
 R_8 100 Ω
 R_9 47 k Ω
 R_{10} 1,5 k Ω
 R_{12} 470 Ω
 R_{16}, R_{18}, R_{20} 68 k Ω
 R_{25}, R_{26}, R_{27} 1 k Ω

Kondenzátory

C_1 2 μ F/35 V, libovolný elektrolytický kondenzátor co nejmenších rozměrů, např. TE005
 C_2, C_6 0,1 μ F, TK 782
 C_3, C_4, C_5 10 nF, TK 744 (TK 782)
 C_6, C_5 4,7 nF, TK 744 (TK 782)

Polovodičové prvky

D_1 až D_3 K4501
 T_1 až T_5, T_8, T_{10}, T_{12} KC508
 T_6, T_7, T_9, T_{11} KF517



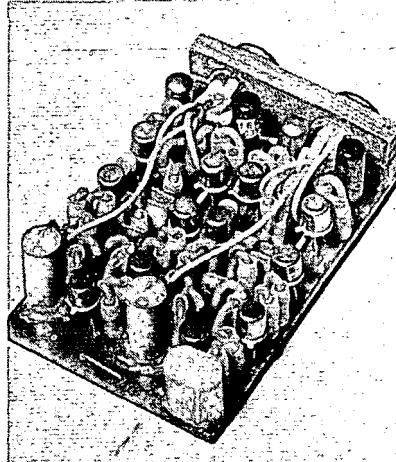
Obr. 29. Deska s plošnými spoji servozesilovaču J 530 a deska, osazená součástkami

Servozařízení

Protože se u nás nejvíce vyskytují serva Varioprop, zapojení servozesilovačů odpovídá těmto servům. Schéma servozesilovačů je v obr. 28, deska s plošnými spoji pro dva servozesilovače je v obr. 29.

Při osazování desky pracujeme opět s co největší pozorností, opět povlékneme všechny vývody součástek a všechny odpory izolačními trubíčkami (bužírkami); součástky předem proměříme, nejsme-li si zcela jisti, zda jsou v pořádku. Při osazování destičky pozor na tranzistory T_4 a T_6 , mají překřížené vývody!

Na připravenou desku pájíme nejdříve drátové spojky k propojení napájecích napětí. Spojku pro zpětnou vazbu připájíme až nakonec. Držák konectoru zhotovíme z umátxu nebo z duralu. Po zapájení všech součástek servozesilovač nastavíme tak, jak bylo popsáno v časopisu Modelář č. 3/1973.



Je-li však náš vysílač dobře nastaven, je nastavení servozesilovačů jednoduché – místo odporu R_3 zapojíme odporový trimr asi 56 k Ω – a změnou odporu trimru nastavíme neutrální serva. Potom trimr změříme a nahradíme pevným odporem.

Císla 1, 3, 5, 6, 8 odpovídají očíslování vývodů zásuvek Graupner, vývody jsou označeny jak ve schématu, tak na desce s plošnými spoji, kde je i schéma zástrčky.

Seznam součástek servozesilovačů

Odpory TR 112a

R_1, R_2 trimr 47 k Ω , nebo pevný odpór v kombinaci s trimrem tak, aby jejich celkový odpór byl asi 47 k Ω
 R_3 3,9 k Ω
 R_4 2,7 k Ω
 R_5 47 k Ω
 R_6, R_{12} 1 k Ω
 R_7 270 Ω
 R_8, R_9 4,7 k Ω
 R_{10}, R_{11} 33 k Ω
 R_{13} 27 Ω
 R_{14} 27 k Ω
 R_{15}, R_{16} 680 Ω
 R_{17}, R_{18} 6,8 k Ω
 R_{19} 10 k Ω
 R_{20} 0,27 M Ω

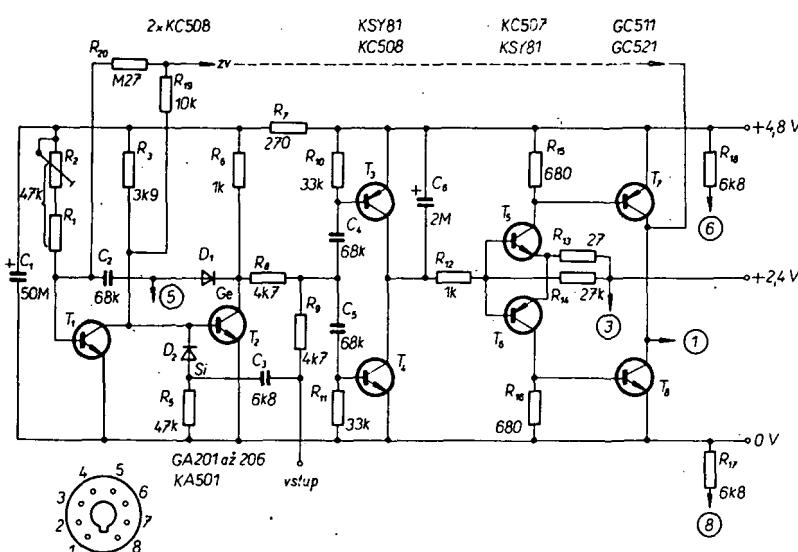
Kondenzátory

C_1 50 μ F/6 V, libovolný typ, co nejmenší, např. TE002
 C_2 68 nF, TC180
 C_3 6,8 nF, TK744 (TK782)
 C_4, C_5 68 nF, TK782
 C_6 2 μ F/35 V, co nejmenší, libovolný typ, např. TE005

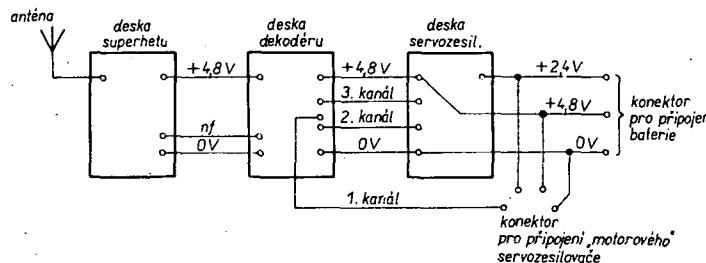
Polovodičové prvky

D_1 libovolná germaniová dioda, např. GA204
 D_2 křemíková dioda, např. KA501 (KA206)

T_1, T_2, T_4, T_5 KC508
 T_3, T_6 KSY81
 T_7 GC511
 T_8 GC521



Obr. 28. Schéma servozesilovačů



Obr. 32. Propojení desek přijímací části soupravy

Mechanické uspořádání

Všechny tři desky přijímací části soupravy jsou zasazeny do duralového držáku (obr. 30). Tento celek je zasunut do krabičky z překližky nebo umatexu (obr. 31). V tomto uspořádání je možno celek používat k řízení dvou serv (což většinou stačí). Třetí servoamplifikátor je vhodné vestavět přímo pod servo. Ovládací prvek (servoamplifikátor spolu se servem) je pak poněkud vyšší, ale vždy lze třetí servo použít tam, kde větší výška nebude na závadu (např. u motoru, servo rychlost otáčení).

Všechny desky se součástkami spojíme vzájemně podle obr. 32. Pochopitelně lze zvolit i jiné uspořádání desek s plošnými spoji podle konkrétních požadavků – u letadla se osvědčilo popsané zapojení, u lodí bylo

možné i uspořádání do plochy, popř. i kombinované – tj. na výšku i do plochy.

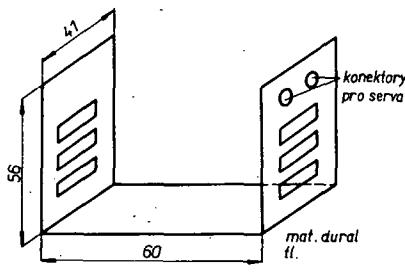
Při osazování desek lze samozřejmě použít místo tranzistorů KC508 i tranzistory KC509 nebo KC507 (bezé změn součástek). Do přijímače lze použít místo tranzistorů KF524 a KF525 s výhodou i zahraniční tranzistory BF115 nebo podobné. Na pozicích, osazovávých elektrolytickými kondenzátory, jsou výhodné tantalové kondenzátory, jejich použití nemí však podmíinkou. Dobré využití např. elektrolytické kondenzátory v pouzdrách ze zelené plastické hmoty typu TE002 až TE005. Nejméně vhodné jsou miniaturní elektrolytické kondenzátory s osovými vývody.

Literatura

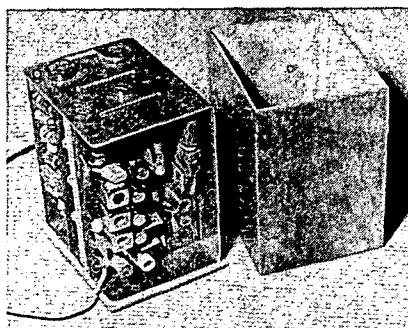
Casopisy Modelář, Modell, Radiový konstruktér. Firemní literatura Kraft, Graupner, Simprop.

Pozn.: Japonské mf transformátory lze nahradit bez změny v zapojení mf transformátory z přijímače Iris; tyto transformátory však nemají vestavěn doladovací kondenzátor – pro kondenzátor je však otvor na spodní straně transformátoru, je třeba použít miniaturní trubičkový kondenzátor s kapacitou asi 150 až 180 pF (podle zvoleného mf kmitočtu). Jako „žlutý“ a „bílý“ mf transformátor podle popisu v článku lze použít typ s objednacím číslem 1 PK 05 104 z přijímače Iris (145 + 25 z drátu o Ø 0,08 mm, sekundární vinutí je 9 z stejného drátu), jako „černý“ lze použít mf transformátor 1 PK 05 105 ze stejného přijímače (140 + 30 z drátu o Ø 0,08 mm, sekundární vinutí 40 z stejného drátu).

Protože se miniaturní kondenzátory obtížně shánějí, lze použít jako doladovací kondenzátor i styroflexový typ, který je běžně na trhu. Pak je třeba ohnout mf transformátoru střední vývod ze tří vývodů v řadě (odbočka primárního vinutí) a provrtat v desce s plošnými spoji díru pro třetí vývod. Doladovací kondenzátor lze pak připojit ze strany spojů. Dosažené výsledky jsou naprostě rovnocenné výsledkům s originálním zapojením.



Obr. 30. Duralový držák



Obr. 31. Sestava přijímací části soupravy (jiné uspořádání než na obr. 30.)

Příloha časopisu Amatérské radio

Vydává ÚV Svazarmu ve vydavatelství MAGNET, Vladislavova 26, PSČ 113 66 Praha 1, telefon 26 06 51-7. Šéfredaktor ing. František Smolík, zástupce Luboš Kalousek. Redakční rada: K. Bartoš, V. Brzák, K. Donát, A. Glanc, I. Harminc, L. Hlinský, ing. L. Hloušek, A. Hofhans, Z. Hradík, ing. J. T. Hyun, ing. J. Jaroš, ing. F. Králík, ing. Nevrátil, K. Novák, ing. O. Petráček, L. Tichý, ing. J. Vackář, CSc., laureát st. ceny KG, ing. J. Zimá, J. Ženíšek, laureát st. ceny KG. Redakce Jungmannova 24, PSČ 113 66 Praha 1, tel. 26 06 51-7. Cena výtisku 10 Kčs. Rozšířuje PNS, v jednotkách ozbrojených sil vydavatelství MAGNET, administrace Vladislavova 26, Praha 1. Objednávky přijímá každá pošta i doručovatel. Dohledací pošta Praha 07. Objednávky do zahraničí využívají PNS, vývoz tisku, Jindřišská 14, Praha 1. Tiskne Naše vojsko, n. p., závod 08, 162 00 Praha 6-Liboc, Vlastina 710. Inzerci přijímá vydavatelství MAGNET, Vladislavova 26, PSČ 113 66 Praha 1, tel. 26 06 51-7, linka 294. Za původnost a správnost příspěvku ručí autor. Dáno do tisku dne 30. 6. 1975.

Číslo indexu 46028-1

OBSAH

Vážení čtenáři	1
Ohlédnutí za úspěchy VHJ TESLA na VI. MVSZ	2

Nabíječky, zdroje, stabilizátory

Zdroj 2 až 20 V	4
Malý zdroj stabilizovaného napětí	5
Dva moderní zdroje s MAA723	7
Automatika pro nabíječ akumulátorů	8

Nízkofrekvenční technika a elektroakustika

Kvalitní výkonový nf zesilovač	11
Zrychlený přepis magnetofonových záznamů	14
Elektronické varhany	16

Měřicí technika

Stavebnice osciloskopu	21
Ss měřicí přístroj	27
V – μAmetr s rozváděčovým měridlem	29
Měřicí tranzistorů TRANZITEST 01	32
Měřicí teploty TUMOZ 1	35
Generátor mříží	38

Přijímací technika

Tuner pro VKV 66 až 104 MHz	40
Anténa pro IV. TV pásmo	45

Elektronika v motorových vozidlech

Palubní kontrolní přístroje	47
Dobíjení akumulátoru u motocyklu	51

Elektronika ve fotografii

Elektronický blesk na batérie i na sítě	52
Jednoduchý časový spínač pro zvážovací přístroj	59

Císlicová technika

Rozšíření kmitočtového rozsahu čítačů	61
---	----

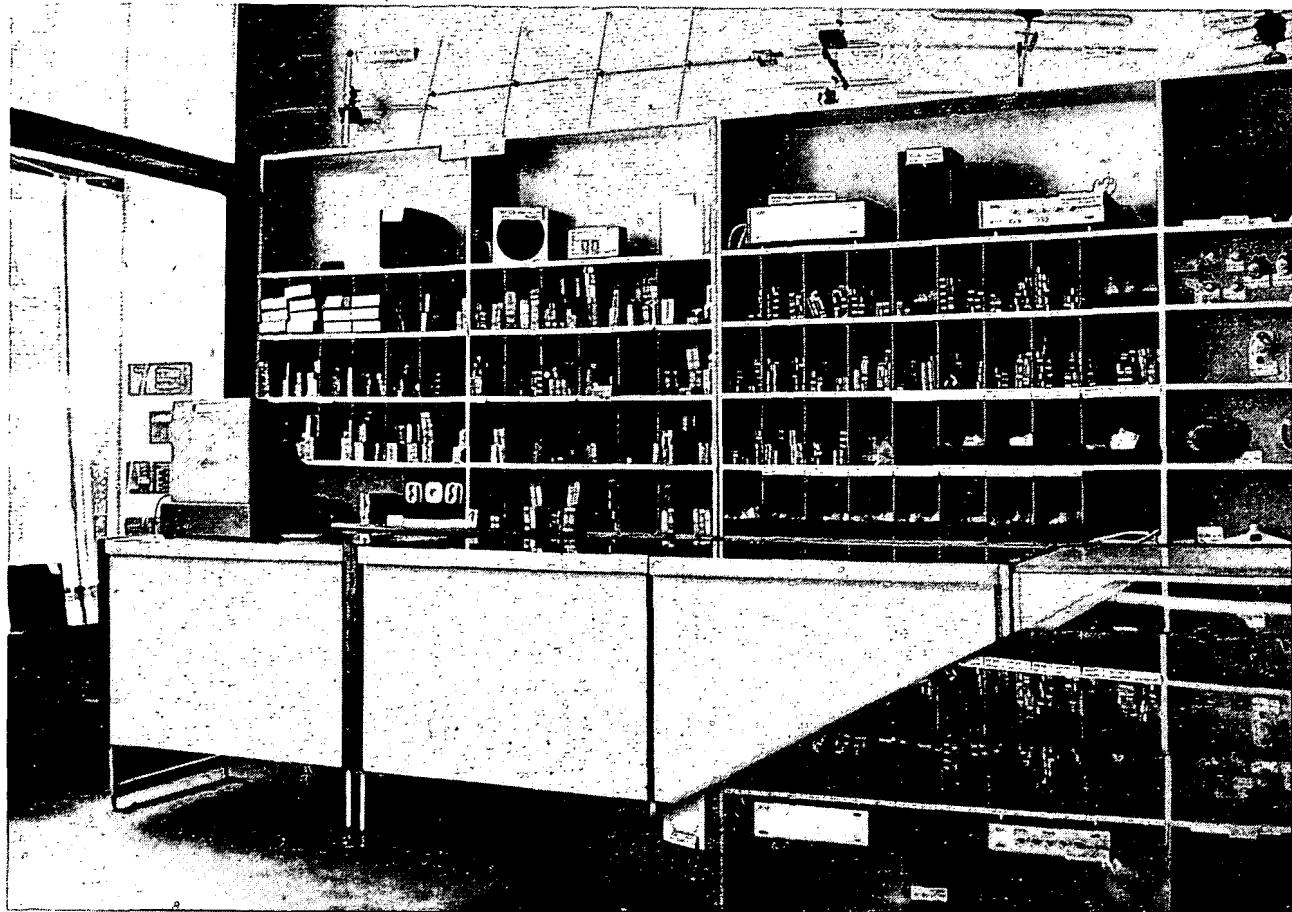
Různé aplikovaná elektronika

Palubní telefon	62
Kybernetický zámek	64

Osvědčená zapojení

Stereofonní zesilovač Hi-Fi jednoduché konstrukce	66
Konvertor pro II. TV program	69
Souprava pro dálkové ovládání modelů	72

Inzerce	80
-------------------	----



**Speciální prodejny potřeb pro radioamatéry
jsou určeny především vám**

RADIOAMATÉR Na poříčí 44
Žitná 44

Jejich pracovníci jsou připraveni po-
sloužit vám i odbornou radou.

Nepřehlédněte, že

RADIOAMATÉR, Žitná 44

má výhradní prodej jehel a vložek pro gramoradia

EUROPHON
v ČSSR.



DOMÁCÍ POTŘEBY PRAHA